NAT 5160

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

7138.
Exchange.
June 13 – November 5, 1902.

JUN 13 1902

7136.

Mittheilungen

des

naturwissenschaftlichen Vereines

für

Steiermark.

Jahrgang 1876.

Mit 3 lithographirten Tafeln.

GRAZ.
Herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Vereine.
1876.

Mittheilungen

des

naturwissenschaftlichen Vereines

für

Steiermark.

Jahrgang 1876.

Mit 3 lithographirten Tafeln.

GRAZ.
Herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Vereine.
1876.

Selbstverlag des Vereines.

Druckerei: Leykam-Josefsthal, Graz

JUN 13 1902

Inhalt.

Seite

I. Vereinsangelegenheiten.

Personalstand I
Vortrag des Präsidenten **Dr. H. Leitgeb** XVII
Bericht des Rechnungsführers **Georg Dorfmeister** über die Gebahrung mit dem Vereinsvermögen im Jahre 1876 . XXXV
Verzeichniss der im Jahre 1876 dem Vereine zugekommenen Geschenke XXXVIII
Gesellschaften, Vereine, Anstalten, mit welchen Schriftentausch stattfindet XLVI
Berichte für die Vorträge in den Monatsversammlungen der Vereinsmitglieder:
am 15. Jänner 1876 L
„ 19. Februar 1876 LIII
„ 11. März 1876 LIV
„ 1. April 1876 LVIII
„ 6. Mai 1876 LIX
„ 18. Juni 1876 LX
„ 28. October 1876 LX
„ 18. November 1876 LXII
Bericht über die Jahresversammlung am 30. December 1876 . LXV
Geschäftsbericht für das Vereinsjahr 1875/76 LXVI

Seite

II. Abhandlungen.

H. Leitgeb: Ueber verzweigte Moossporogonien. (Mit 1 Tafel) . 1

H. Leitgeb: Ueber Zoopsis. (Mit 1 Tafel) 21

A. Kautzner: Ueber Geschichte und Bedeutung alter und neuer Masssysteme und Gradmessungen 29

Dr. K. Friesach: Die Pothenot'sche Aufgabe auf der Kugel . . 85

J. Rumpf: Ueber steirische Magnesite. (Mit 1 Tafel) 91

Dr. K. Friesach: Ueber das Verhältniss des loxodromischen Weges zum sphärischen 97

Dr. Gustav Wilhelm: Die Errichtung von Stationen des Regenfalles in Steiermark 109

Personalstand

des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark.

Direction.

Präsident:

Dr. **Hubert Leitgeb.**

Vice-Präsidenten:

Dr. **Leopold v. Peball.** — Dr. **Vitus Graber.**

Secretär:
Dr. **Max Buchner.**

Rechnungsführer:
Georg Dorfmeister.

Directions-Mitglieder:

Dr. **Victor v. Ebner.** — Dr. **Franz Standfest.**
Dr. **Karl Friesach.** — Dr. **Gustav Wilhelm.**

Mitglieder.

A. Ehren-Mitglieder:

Herr **Eichler Wilhelm,** Dr., Universitäts-Professor in Kiel.
„ **Fenzl Eduard,** Dr. k. k. Universitäts-Professor, Director d. k. k. botan. Hof-Cabinets „ Wien.
„ **Hauer Franz,** Ritter v., Dr., k. k. Hofrath und Director der geologischen Reichsanstalt . . . . . „ „

Herr	**Kenngott Adolf,** Dr., Prof. a. d. Hochschule	in Zürich.
„	**Kjerulf Theodor,** Dr., Universitäts-Prof.	„ Christiania
„	**Kokscharow Nikolai,** von, Berg-Ingenieur	„ Petersburg.
„	**Nägeli Karl,** Dr., Professor	„ München.
„	**Prior Richard Chandler Alexander,** Dr.	„ London.
„	**Schmidt Oskar,** Dr., Universitäts-Professor	„ Strassburg.
„	**Tommasini Mutius,** Ritter v., k. k. Hofrath	„ Triest.

B. Correspondirende Mitglieder:

Herr	**Bilz** E. Albert, k. Schulinspector . . .	in Hermannstadt.
„	**Brusina** Spiridion, Sections-Chef a. National-museum	„ Agram.
„	**Buchich** Gregorio, Naturforscher, Telegraphenbeamter	„ Lesina.
„	**Canaval** Jos. Leodegar, Custos am Landesmuseum	„ Klagenfurt
„	**Colbeau** Jules, Secretär der malocozoologischen Gesellschaft	„ Brüssel.
„	**Deschmann** Karl, Dr., Custos am Landesmuseum	„ Laibach.
„	**Fontaine** César, Naturforscher	„ Papignies.
„	**Hann** Julius, Dr., Adjunkt an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus	„ Wien.
„	**Hohenbühel** Ludwig, Freiherr von, genannt **Heufler zu Rasen,** k. k. Kämmerer, Ministerialrath	„ Bozen.
„	**Reichhardt** Heinrich W., Dr., Custos am botanischen Hofcabinete	„ Wien.
„	**Reiser** M., Dr., k. k. Notar u. Bürgermeister	„ Marburg.
„	**Rogenhofer** Alois, Custos am k. k. zoologischen Museum	„ Wien.
„	**Schenzl** Guido, Dr., Director der k. ung. meteorologischen Central-Anstalt . .	„ Budapest.
„	**Senoner** Adolf, Bibliotheks-Beamter an der k. k. geologischen Reichs-Anstalt . .	„ Wien.
„	**Sirski,** Dr., Custos am zoologischen Museum	„ Triest.
„	**Speyer** Oskar, Dr., k. preuss. Landesgeologe	„ Berlin.
„	**Stur** Dionys, k. k. Bergrath	„ Wien.
„	**Ullepitsch** Josef, k. k. Oberwardein . .	„ Triest.

C. Ordentliche Mitglieder:

Herr **Achtschin** Josef, Kaufmann . . . . . in Graz.
„ **Ackerl** Josef, städtischer Ingenieur . . . „ „
Frl. **Adam** Julie . . . . . „ Linz.
Herr **Aichelburg** Ferdinand, Freiherr von, k. k. Hauptmann . . . . . „ Graz.
„ **Aichhorn** Sigmund, Dr., emeritirter Studien-Director und Custos am Landesmuseum „ „
„ **Alber** Albin, Haus- und Fabriksbesitzer . „ „
„ **Albrecht** Christian, Geschäftsführer bei G. Müller . . . . . „ „
„ **Allé** Moriz, Dr., Professor der technischen Hochschule . . . . . „ „
„ **Altmann** Alois, Dr., Hof- u. Gerichts-Advokat „ „
„ **Alwens** Friedrich, Dr., Director und Professor an der Akademie für Handel und Industrie . . . . . „ „
„ **Am Pach** Wilhelm von und auf **Grienfelden,** k. k. Bezirkshauptmann . . . . . „ „
„ **Andrieu** Friedrich Bruno, Fabrikant . . „ „
„ **Appelius** Franz, v., k. k. Major . . . „ „
Frl. **Appelius** Eleonore, von . . . . . „ „
„ **Arzt** Felicitas, Lehrerin . . . . . „ „
Herr **Attems** Ferdinand, Graf, k. k. Kämmerer und erblicher Reichsrath . . . . . „ „
„ **Attems** Friedrich, Graf, k. k. Kämmerer und Gutsbesitzer . . . . . „ „
„ **Attems** Ignaz, Graf, Privat . . . . . „ „
„ **Ausserer** Anton, Dr., k. k. Gymnasial-Prof. „ „

„ **Balthasar** Johann, Buchhalter . . . . „ „
„ **Bartels** Eduard, k. k. Oberstlieutenant . „ „
„ **Baumgartner** Heinrich, Gymnasial-Prof. . „ W.-Neustadt.
„ **Bayer** Franz, Dr., Advokat . . . . . „ Graz
„ **Bayer** Hans, Dr., Advokat . . . . . „ „
„ **Benedek** Ludwig, Ritter von, Excellenz, k. k. Feldzeugmeister . . . . . „ „
„ **Beyer** Rudolf, Buchhalter . . . . . „ „
„ **Birnbacher** Josef, k. k. Finanzrath . . „ Marburg.
„ **Blasek** Wenzel, k. k. Oberst . . . . „ Graz.
„ **Blodig** Karl, Dr., k. k. Universitäts-Professor „ „
„ **Borstner** Vincenz, Gymnasial-Professor . „ Klagenfurt.
„ **Böhm** Josef, Dr., Professor an der Handels-Akademie . . . . . „ Wien.

Frl. **Braunwieser** Katharina, Industrielehrerin in Graz.
Herr **Breisach** Wilhelm, v., k. k. Contre-Admiral „ „
„ **Bruck** Otto, Freiherr, Lloyd-Director . . „ Triest.
„ **Buchner** Max, Dr., Professor an d. landsch. Ober-Realschule und Docent an der technischen Hochschule . . . . . „ Graz.
„ **Bude** Leopold, Chemiker und Photograph . „ „
„ **Bullmann** Jakob, Stadtbaumeister . . . „ „
„ **Burkard** Karl, Cassier d. steierm. Sparcasse „ „
„ **Butter** Franz, Spediteur . . . . . „ „
40 „ **Buwa** Joh., Inhaber einer Musik-Bildungs-Anstalt . . . . . „ „
„ **Byloff** Friedrich, k. k. Ingenieur . . . „ Marburg.

„ **Carneri** Bartholomäus, R. v., Gutsbesitzer „ Wildhaus.
„ **Chornitzer** Eduard, Dr. der Rechte . . „ Wien.
„ **Christomanno** Theodor, Studierender . . „ „
Frau **Christ** George, Privat . . . . . „ Graz.
Herr **Clar** Conrad, Doctor der Philosophie und Medicin, Badearzt . . . . . „ Gleichenberg.
„ **Clar** Franz, Dr., k. k. Universitäts-Professor „ Graz.
Frau **Cordon** Marie, Freiin von . . . . . „ „
„ **Cordon** Henriette, Freiin von . . . . „ „
50 „ **Coudenhove**, Gräfin, Privat . . . . . „ „
Herr **Czernin** Humbert, Graf, k. k. Kämmerer und Major . . . . . „ „

„ **Decrinis** Mathias, Dr., Advokat . . . „ „
„ **Détschy** Wilhelm Anton, Dr., prakt. Arzt „ „
„ **Dettelbach** Johann, Eisenhändler . . . „ „
„ **Dietl** Ferdinand Adolf, Controlor der k. k. Post-Directions-Casse . . . . . „ „
„ **Dissauer** Franz, Dr., Advokat . . . . „ „
„ **Dorfmeister** Georg, k. k. Oberingenieur . „ „

„ **Eberstaller** Josef, Kaufmann . . . . „ Kremsmünster.
„ **Ebner** Victor, Ritter von, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ Graz.
60 „ **Eichler** Johann, Apotheker . . . . . „ „
„ **Eisl** Reinhold, Central-Director der k. k. priv. Graz-Köflacher Eisenbahn . . . . „ „
„ **Elschnig** Anton, Dr., Director der k. k. Lehrerbildungs-Anstalt . . . . . „ Marburg.
„ **Emele** Karl, Doctor der Medicin . . . „ Graz.
„ **Erhold** Franz, Bankdirector . . . . „ Fiume.

Herr **Ertl** Johann, Dr., Primararzt . . . . in Graz.
„ **Ettingshausen** Albert, von, Dr., a. ö. Professs. an der k. k. Universität . . . . . „ „
„ **Ettingshausen** Karl, von, k. k. Ober-Finanzrath . . . . . „ „
„ **Ettingshausen** Constantin, Freiherr v., Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . „ „

„ **Fasching** Franz, Fabriksbesitzer . . . „ „
70 „ **Feiller** Franz, von, k. k. Beamter . . . „ „
„ **Felsmann,** praktischer Arzt . . . . „ Dittmannsdorf, preuss. Schlesien
„ **Fellner** Ferdinand, städtischer Lehrer . . „ Graz.
Frau **Ferro** Augustine, Edle v., k. k. Ministerialrathsgattin . . . . . „ „
Frl. **Ferro** Seraphine, Edle von . . . . . „ „
Herr **Fichtner** Hermann, k. k. Ingenieur . . „ „
„ **Fink** Julius, Dr., Chef einer Handelsschule „ „
„ **Finschger** Josef, Dr. Advokat . . . . „ „
„ **Floigl** Josef, Handelsmann . . . . . „ „
„ **Formacher** Karl, von, Gutsbesitzer . . „ W.-Feistritz.
80 „ **Fossl** Viktor, Dr. der Medicin . . . . „ Liezen.
„ **Frank** Alois, von, Professsor an der Gewerbeschule . . . . . „ Graz.
„ **Frank** Franz, Dr. der Medicin . . . . „ „
„ **Freydl** Michael, kaiserlicher Rath . . . „ „
„ **Friedrich** Adalbert, k. k. Ingenieur . . „ „
„ **Friesach** Karl, Dr., k. k. Regierungsrath und Universitäts-Professor . . . . „ „
Frau **Friesach** Ernestine, Universitäts-Professors-Gattin . . . . . „ „
Herr **Frischauf** Johann, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ „
„ **Fürst** Camillo, Dr. der gesammten Heilkunde „ „
„ **Fürst** Ernst, Privat . . . . . „ „

90 „ **Gabriely** Adolf, von, Architekt, Professor der technischen Hochschule . . . . „ „
„ **Gatterer** Franz, k. k. Major . . . . „ „
„ **Garzarolli** Karl, von, Assistent an der k. k. Universität . . . . . „ „
„ **Gauby** Albert, Professor an d. k. k. Lehrer-Bildungs-Anstalt . . . . . „ „
„ **Geissler** Josef, Bürger und Hausbesitzer, Gemeinderath . . . . . „ „

Herr **Gentebrück** Ernst, Director der Zuckerraffinerie . . . . . in Graz.
„ **Gionovich** Nicolaus B., Apotheker . . . „ Castelnuovo, Dalmatien.
„ **Gobanz** Jos., Dr., k. k. Landes-Schulinspektor „ Klagenfurt.
„ **Godeffroy** Richard, Dr. . . . . „ Wien.
„ **Gollob** Josef, Privat . . . . . „ Graz.
„ **Graber** Vitus, Dr., Universitäts-Professor . „ Czernowitz.
„ **Grablowitz** Victor, Apotheker . . . . „ Graz.
„ **Graf** Ferdinand, Beamter der steierm. Sparkasse, Gemeinderath . . . . . „ „
„ **Gräfenstein** Fritz, von, Dr., Advokat . . „ „
„ **Grill** Mathias, k. k. Bezirks-Commissär . . „ Marburg.
Frl. **Grossnig** Anna, Lehrerin an der städt. Volksschule . . . . . „ Graz.
Herr **Grósz** Leopold, Doctor der Medicin und Chirurgie . . . . . „ Ofen.
„ **Gruber** Josef, Gymnas.-Supplent . . . „ Laibach.
„ **Günner** Hugo, k. k. Baurath . . . . „ Graz.
Das **k. k. erste Staats-Gymnasium** . . . „ „

Herr **Haimel** Franz, Dr., praktischer Arzt . . „ „
Frl. **Halm** Pauline, Malerin . . . . . „ Schladming.
Herr **Hammer-Purgstall** Karl, Freiherr von, k. k. Hauptmann und Gutsbesitzer . . „ Hainfeld.
„ **Hanf** Blasius, Pfarrer . . . . . „ Mariahof.
„ **Hanke** Josef, Director der Bürgerschule . „ Graz.
„ **Harter** Rudolf, Müllermeister . . . . „ „
Frl. **Hartmann** Rosalie . . . . . „ „
Frau **Hartl** Ludowika, Medicin-Doctors-Gattin . „ Pest.
Herr **Hasslacher** Julius, Bahnbeamter . . . „ Graz.
„ **Hatzi** Anton, Gutsverwalter . . . . . „ Zeiring.
„ **Haus** von **Hausen,** Dr., Badearzt . . . „ Gleichenberg.
„ **Hauser** Karl, Procuraführer . . . . „ Marburg.
„ **Heinrich** Adalbert Julius, Dr., k. k. Finanz-Rath . . . . . „ Graz.
„ **Heider** Arthur, von, Dr. Med. . . . . „ „
„ **Helly** Karl, Dr., Ritter von, k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ „
„ **Helms** Julius, Ritter von, k. k. Sectionsrath „ „
„ **Herberstein** Sigmund, Graf . . . . . „ „
„ **Heschl** Richard, Dr., k. k. Universitäts-Prof. „ Wien
„ **Hildebrand** Richard, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ Graz.
„ **Hirschfeld** Elias, Privat . . . . . „ „

130 Herr **Hlawatschek** Franz, Professor der technischen Hochschule . . . . . in Graz.
„ **Hlubek** Franz, Ritter von, Dr., kaiserl. Rath und em. Professor . . . . . „ „
„ **Hoffer** Eduard, Dr., Prof. an der l. Ober-Realschule . . . . . „ „
„ **Hofmann** Mathias, Apotheker . . . . „ „
„ **Holzinger** Josef Bonav., Dr., der Rechte und Advokat . . . . . „ „
„ **Hornung** Anton, Dr., k. k. Professor . . „ „
„ **Hubmann** Franz, k. k. Finanz-Secretär . „ „

„ **Ipavic** Benjamin, Dr., praktischer Arzt . „ „

„ **Jakobi** Ernest, Ritter von, k. k. Linien-Schiffs-Capitän . . . . . „ „
„ **Jamnik** Franz, Kunsthändler . . . . „ „
140 „ **Janschitz** Eduard, Buchdruckerei-Besitzer „ Marburg.
„ **Januth** Johann, Wund- und Zahnarzt . . „ Innsbruck.
„ **Jenko** August, Dr., Advokat . . . . „ Mürzzuschlag.
„ **Jungl** Josef, Kaufmann . . . . . „ Graz.

„ **Kaiser** Josef, junior, Kaufmann . . . . „ „
„ **Kalmann** Heinrich, Wanderlehrer f. Weinbau „ Marburg.
„ **Karajan** Max, Ritter von, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ Graz.
„ **Kastenholz** Karl, von, Oberstlieutenant . „ „
„ **Kautezky** Johann, Adjunkt der steir. Sparkasse . . . . . „ „
„ **Kernstock** Ernest, Assistent an der Universität . . . . . „ „
150 Frau **Khevenhüller,** Gräfin . . . . . „ „
Herr **Kirchsberg** Karl, von, k. k. General-Major „ „
„ **Kirchsberg,** von, Exc., Feldmarschall-Lieutenant . . . . . „ „
„ **Klemenciewicz** Rudolf, Dr., Privatdocent an der Universität . . . . . „ „
„ **Kleudgen,** Freih. v., k. k. Feld-Marschall-Lieutenant . . . . . „ „
„ **Klein** Leo, Dr., Advokat . . . . . „ Leibnitz.
„ **Klingan** Heinrich, Dr., k. k. Landesthierarzt . . . . . „ Graz.
„ **Klodič** Anton, k. k. Landesschul-Inspektor „ „
„ **Kmelniger** Thomas, k. k. Hauptmann . „ „

Herr **Koch** Josef, Ritter von, Dr., Director der landsch. Thierheil-Anstalt, Universitäts-Professor . . . . . in Graz.
160 „ **Kotzmuth** Johann, Dr., Advokat . . . „ Marburg.
„ **Kofler** Sigmund, Dr., Advokaturs-Concip. „ Leibnitz.
„ **Koutny** Emil, Professor der technischen Hochschule . . . . . „ Graz.
„ **Kreetzig** Gustav, von, Apotheker . . . „ Leibnitz.
„ **Krasowesz** Adolf, Apotheker . . . . „ Feldbach.
„ **Kratky** Max, Dr., Notar . . . . . „ Kirchbach.
„ **Krause** Franz, Dr., Bahnarzt . . . . „ Pettau.
„ **Kronberger** Josef, Weltpriester . . . „ Raabs.
„ **Kronberger** Josef, Professor der Lehrer Bildungsanstalt . . . . . „ Laibach.
„ **Krones** Franz, Dr., k. k. Univ.-Prof. . . „ Graz.
170 „ **Kuhn** Freiherr, k. k. Feldzeugmeister, Excell. „ „

„ **Layer** August, Dr., Advokat . . . . „ „
„ **Le Comte** Theophil, Privat . . . . . „ Lessines.
„ **Lehmann** Edler von, k. k. Oberlandesgerichts-Rath . . . . . „ Graz.
„ **Leidenfrost** Robert, Dr., evangelischer Pfarrer . . . . . „ „
„ **Leinner** Ignaz, k. k. Oberst . . . . „ „
„ **Leitgeb** Hubert, Dr., k. k. Univ.-Professor „ „
„ **Leutsch** Otto, Freih. v., k. k. Hauptmann „ Meltsch bei Troppau.
„ **Leyer** Karl, Dr., Fabriksbesitzer . . . „ Graz.
„ **Leyfert** Sigmund, städtischer Lehrer . . „ „
180 „ **Liebich** Johann, k. k. Baurath . . . . „ Lietzen.
Frl. **Leuzendorf** Emma, von . . . . . „ Graz.
Herr **Linner** Rudolf, städt. Bau-Director . . „ „
„ **Lipp** Eduard, Dr., Director des allgemeinen Krankenhauses. . . . . „ „
„ **Lippich** Ferdinand, Professor an der k. k. Universität . . . . . „ Prag.
„ **Listeneder** Eduard, k. k. Statthaltereirath „ Graz.
„ **Lorber** Franz, Professor an der k. k. Berg-Akademie . . . . . „ Leoben.
„ **Ludwig** Ferd., Director der Bergmann'schen Eisengiesserei . . . . . „ Graz.

„ **Machio** Florian, Freiherr von, k. k. Feldmarschall-Lieutenant . . . . . „ „
Frl. **Magner** Christine, Privat . . . . . „ „

190 Herr **Mally** Richard, Dr., Professor an der techn. Hochschule . . . . . in Graz.
„ **Maly** Otto, Dr., praktischer Arzt . . . „ Kapfenberg.
„ **Mandel** Viktor, von, k. k. Feldmarschall-Lieutenant . . . . . „ Graz.
„ **Mann** Ludwig, Doctor der Medicin . . . „ Wolfsberg.
„ **Mareck** Bernhard, k. k. Ingenieur . . . „ Graz.
„ **Maresch** Johann, Sparcasse-Beamter . . „ „
„ **Martinitz** Franz, Freiherr von, Dr. d. Rechte „ „
„ **Mastalka** Eduard, k. k. Forstverwalter . „ Wies.
„ **Matthey-Guenet** Ernst, Privat . . . . „ Graz.
„ **Maurer** Ferdinand, Dr., k. k Professor am II. Staatsgymnasium . . . . . „ „
200 „ **Mayer** von **Heldenfeld** Franz, Bezirks-Commissär . . . . . „ „
„ **Mayer** Karl, k. k. Statthalterei-Rath . . „ „
„ **Mayr** Jakob, Privat . . . . . „ „
„ **Mell** Alexander, Supplent an der k. k. Lehrerbildungs-Anstalt . . . . . „ „
Frau **Meran** Anna, Gräfin . . . . . „ „
Herr **Michael** Adolf, k. k. Berg-Commissär . . „ Wels.
„ **Michelitsch** Anton, Advokat, Dr. . . . „ Graz.
„ **Miller** Albert, Ritter von **Hauenfels**, Professor . . . . . „ „
„ **Miskey** Jakob, Fabriksbeamter . . . . „ „
„ **Miskey** Ignaz, Edler von **Delney**, Privat „ „
210 „ **Mitsch** Heinrich, Gewerke . . . . . „ „
„ **Močnik** Franz, Ritter von, Dr., k. k. Landes-Schulrath . . . . . „ „
„ **Mohr** Adolf, k. k. Landesgerichts- u. Bezirks-Wundarzt . . . . . „ „
„ **Mojsisovich**, Dr. med. . . . . „ „
„ **Moshammer** Karl, Professor an der Staats-gewerbeschule . . . . . „ Reichenberg.
„ **Müller** Johann, Apotheker . . . . . „ Graz.
„ **Müller** Zeno, Abt . . . . . „ Admont.
„ **Mürle** Karl, k. k. Professor . . . . „ St. Pölten.

„ **Netoliczka** Eugen, Dr., Professor an der l. Ober-Realschule . . . . . „ Graz.
„ **Neumeyer** Vincenz, Advokat . . . . „ „
220 „ **Niederhofer** Johann, k. k. Ministerial-beamter . . . . . „ Wien.
„ **Niemtschik** Rudolf, Professor am k. k. Polytechnikum . . . . . „ „

Herr **Novizky**, k. k. Major . . . . . in Graz.

„ **Oertl** Franz Josef, k. k. Landes-Thierarzt „ Klagenfurt.
„ **Ohmeyer** Karl, Architekt und Realitäten-Besitzer . . . . . „ Graz.

„ **Pauschitz** Philipp, Director am zweiten Staatsgymnasium . . . . . „
„ **Pebal** Leopold, von, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ „
Frl. **Perger** Melanie . . . . . „ „
Herr **Pernter** Oswald, Dr., Professor am Realgymnasium . . . . . „ Fiume.
„ **Pesendorfer** Ludwig, Gewerk . . . . „ Graz.
250 „ **Pesendorfer** Victor, Privat. . . . . „ „
„ **Peters** Karl, Dr., k. k. Universitäs-Professor „ „
„ **Petrasch** Johann, Obergärtner a. l. Joanneum „ „
„ **Pfrimer** Julius, Weinhändler . . . . „ Marburg.
„ **Pichler** Adolf, Edl. v., k. k. Statthaltereirath „ Graz.
„ **Pipitz** F. E., Dr., Privat . . . . . „ „
„ **Pittoni** Josef Claudius, Ritter v. **Dannenfeld**, k. k. Truchsess . . . . . „ „
„ **Planer** Julius, Edler von, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ „
„ **Platzer** Rudolf, Ritter von, k. k. Beamter „ „
„ **Pokorny** Lud. Ed., k. k. Hofrath . . . „ „
260 Frau **Pokorny** Marie, k. k. Hofrathsgattin . . „ „
Herr **Polley** Karl, Gutsbesitzer . . . . . „ Sessana.
„ **Portugall** Ferd., Dr., Vice-Bürgermeister „ Graz.
Frau **Possek** Theresia, Privat . . . . . „ „
Herr **Postuwanschitz** Johann, Kaufmann . . . „
„ **Potpetschnigg** Karl Julius, Dr., k. k. Bezirks-Commissär . . . . . „ Linz.
„ **Potpetschnigg** Johann N., Doctor d. Medicin „ Graz.
„ **Pöschl** Jakob, Professor der technischen Hochschule . . . . . „ „
„ **Pröll** Alois, Dr., Stiftsarzt . . . . „ Admont.
„ **Pulsator** Rudolf, k. k. Notar . . . . „ Graz.
270 „ **Purgleitner** Josef sen., Apotheker . . „ „
„ **Purgleitner** Josef jun., Apotheker . . . „ „
„ **Purgleitner** Friedrich, Apotheker . . . „ „

„ **Quass** Rudolf, Dr., prakt. Arzt . . . . „ „

„ **Rachoy** Franz, Bergverwalter . . . . „ Münzenberg.

Herr **Ransburg** Sigmund, k. k. Ober-Ingenieur . in Graz.
„ **Rebenburg** Gottfried, Edler von, Privat . „ „
„ **Reddi** August, Dr., Advokat . . . . „ „
„ **Regenhardt** Jakob, Dr., praktischer Arzt . „ „
„ **Reibenschuh** Anton Franz, Dr., Professor der k. k. Ober-Realschule . . . . „ „
260 „ **Reicher** Johann, k. k. Landesgerichts-Rath „ „
„ **Reininghaus** Peter, Fabriksbesitzer . . „ „
„ **Reising** Karl, Freiherr von **Reisinger,** k. k. Oberst-Lieutenant . . . . . „ „
Frau **Reisinger**, Freiin von, geb. zur Helle . „ „
Herr **Reithammer** A. Emil, Apotheker . . . „ Pettau.
„ **Rembold,** Dr. k. k. Universitäts-Professor und Primararzt . . . . . „ Graz.
„ **Reyer** Alexander, Dr., k. k. Professor . . „ „
„ **Richter** Julius, Dr., praktischer Arzt . . „ „
„ **Riekh** Franz, Fabriksbesitzer . . . . „ „
„ **Riegler** Anton, von, Dr., Notar . . . . „ „
270 „ **Rogner** Johann, Dr., Professor an der technischen Hochschule . . . . . „ „
„ **Rollett** Alex., Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ „
„ **Rossich** Alexander, Doctor der Medicin und Chirurgie . . . . . „ Luttenberg.
„ **Rozband** Wenzel, k. k. Steuer-Einnehmer „ Graz.
„ **Rožek** Johann Alexander, k. k. Landesschul-Inspector . . . . . „ „
„ **Rumpf** Joh., Prof. a. d. techn. Hochschule „ Linz.
„ **Rüti** Caspar, von, Maschinen-Inspector in Pension . . . . . „ Graz.
„ **Rzehaczek** Karl, v., Dr., k. k Universitäts-Professor . . . . . „ „

„ **Sabin** Otto, Doctor der Medicin . . . „ St. Peter.
„ **Seenger** Alois, k. k. Gymnasial-Professor „ Graz.
280 „ **Sallinger** Michael, k. k. Hauptmann . . „ „
„ **Salzgeber** Ferdinand, Doctor der Medicin „ „
„ **Scanzoni** Hermann, landsch. Ingenieur . „ „
„ **Scarnitzel** Karl, Doctor der Rechte . . „ „
„ **Schacherl** Gustav, Assistent an der k. k. Universität . . . . . „ „
„ **Schauenstein** Adolf, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ „
„ **Schnetter** von, k. k. Obrist . . . . „ „
„ **Scheidtenberger** Karl, Professor der technischen Hochschule, Reg.-Rath . . . „ „

Herr **Scherer** Ferd., Ritter von, Dr., k. k. Statthalterei-Rath . . . . . in Graz.
„ **Schiessler** Oskar, von, k. k. Statthalterei-Rath . . . . . „ „
290 „ **Schillinger** Franz, Dr., k. ung. Ober-Berg-Physiker . . . . . „ Schemnitz.
„ **Schindler** K., emirit. Studien-Director . . „ Wien.
„ **Schlechta** Franz, Dr., Advokat . . . . „ Graz.
„ **Schlippenpach** Graf . . . . . „ Hl.-Kreuz Croat.
Frau **Schlippenbach** Louise, Gräfin . . . . „ „
Herr **Schmiedburg** Rudolf, Freiherr von, k. k. General-Major, Kämmerer . . . . „ Graz.
„ **Schmid** Anton, k. k. Rechnungs-Rath . . „ „
„ **Schmid** Heinrich von, Director der Nationalbank-Filiale . . . . . „ „
„ **Schmidt** Hermann, k. k. Ingenieur . . . „ „
„ **Schmidt** Wilfried, Professor der theologischen Lehranstalt . . . . . „ Admont.
300 „ **Schmirger** Johann, Professor der technischen Hochschule . . . . . „ Graz.
„ **Schön** Adolf, k. k. Oberst-Lieutenant . . „ „
„ **Schreiner** Moriz, Ritter von, Dr. der Rechte, Advokat und Landesausschuss . . . „ „
„ **Schulze** Eilhard, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ „
„ **Schüler** Max Josef, Dr., kaiserl. Rath und Director . . . . . „ Sauerbrunn bei Rohitsch.
„ **Schwarz** Heinrich, Dr., Professor der technischen Hochschule . . . . . „ Graz.
„ **Schwarz** Moriz, Dr. Aovokat . . . . „ „
Frau **Scubitz** Emilie, Privat . . . . . „ „
Herr **Seeliger** Julius, em. Redacteur . . . . „ „
„ **Seidl** Friedrich, Finanz-Commissär . . . „ „
310 „ **Seidl** Conrad, Landtags-Abgeordneter . . „ Marburg.
„ **Seidl** Moriz, Erziehungs-Instituts-Vorsteher „ Graz.
„ **Senior** Karl, Dr., praktischer Arzt . . . „ „
„ **Sessler** Victor Felix, Freih. v. **Herzinger**, Gutsbesitzer und Gewerke . . . . „ „
„ **Setznagel** Alexander, Prälat . . . . „ St. Lambrecht.
Frl. **Seydler** Hedwig, Privat . . . . . „ Graz.
Herr **Sikora** Karl, Director der Ackerbauschule „ Feldsberg, N.-Oe.
„ **Sigmund** Ludwig, Dr., Advokat . . . „ Graz.
„ **Slanina** August Josef, landsch. Buchhaltungs-Offizial . . . . . „ „

Herr **Spinner** Anton, Professor an der k. k. Lehrer-Bildungs-Anstalt . . . . . in Graz.
320 „ **Spitzy** Josef Nikolaus, Kaufmann . . . „ St. Leonhard.
„ **Stadl** Ottokar, Freiherr v., k. k. Rittmeister „ Graz.
„ **Staats-Oberrealschule** k. k. . . . . „ „
„ **Staehling** Franz, k. k. Statthalterei-Rath . „ „
„ **Stammer** Karl, Privat . . . . . „ „
„ **Standfest** Franz, Dr. und Professor . „ „
„ **Stark** Franz, Professor der technischen Hochschule . . . . . „ „
„ **Staudenheim** Ferdinand, Ritter v., Privat „ „
„ **Staudinger** Ferdinand, Fabrikant . . . „ Marburg.
„ **Steiner** August, Dr., Secundararzt . . . „ Graz.
330 „ **Streeruwitz** Ritter von, k. k. Artillerie-Hauptmann . . . . . „ Josefstadt.
Frl. **Steyerer** Marie . . . . . „ Graz.
Herr **Stiegler** Josef, k. k. Ober-Kriegs-Commissär „ „
Frl. **Storch** Mathilde . . . . . „ „
Herr **Streinz** Josef A., Dr. praktischer Arzt . „ „
„ **Streinz** Heinrich, Dr., k. k. Universitäts-Professor . . . . . „ „
„ **Stremayr** Karl, von, Dr., k. k. Minister für Cultus und Unterricht, Excellenz . . „ Wien
„ **Stromfeld** Emanuel Friedrich von, k. k. Ober-Kriegscommissär . . . . . „ Graz.
„ **Syz** Jakob, Präsident der Actien-Gesellschaft Leykam-Josefsthal . . . . . „ „
„ **Szukits** F. M., Doctor der Medicin und Chirurgie . . . . . „ Gr.-Kanisza.

340 „ **Tanzer** Valentin, Doctor der Medicin und Chirurgie . . . . . „ Graz.
„ **Tegetthof** von, k. k. General-Major . . „ „
„ **Theiss** Willibald, k. k. Oberst . . . . „ „
Frl. **Thurnwald** Karoline, k. k. Kindergärtnerin „ „
Herr **Tessenberg** Michael, Edler von, k. k. Truchsess . . . . . „ „
„ **Toepler** August, Dr., Professor am Polytechnicum . . . . . „ Dresden.
„ **Tschamer** Anton, Dr., praktischer Arzt . „ Graz.
„ **Tschapeck** Hyppolit, k. k. Hauptmann-Auditor . . . . . „ „
„ **Tschusi** Victor, Ritter von, Privat . . . „ Hallein.

„ **Ullrich** Karl, Dr., Advokat . . . . . „ Voitsberg.

350 Herr **Vaczulik** Alex., Dr. der Medicin u. Chirurgie in W.-Landsberg.
„ **Vaczulik** Sigmund, Apotheker . . . . „ „
„ **Vaczulik** Josef, k. k. Post-Official . . . „ Graz.
„ **Vest** Julius, Edler von, Dr., k. k. Landes-Medicinal-Rath . . . . . „ „
„ **Volenski** Fridolin, Doctor der Medicin . „ Pest.

„ **Waldhäusl** Ignaz, von, Dr. der Medicin und Chirurgie . . . . . „ Graz.
„ **Walser** Franz, Dr. der Medicin . . . „ „
„ **Walterskirchen** Robert, Freiherr v., Gutsbesitzer und Reichsrathsabgeordneter . „ „
„ **Wappler** Moriz, Architekt, Professor am k. k. Polytechnicum . . . . . „ Wien.
„ **Wastian** Heinrich, Badeanstaltbesitzer . . „ Graz
360 „ **Wastler** Josef, Professor der technischen Hochschule . . . . . „ „
„ **Weinschadl** Franz, k. k. Oberst-Lieutenant „ „
„ **Werle** Anton, Dr., k. k. Kreis-Medicinalrath „ „
„ **Westfahl** Karl, Doctor der Medicin . . „ „
„ **Wilhelm** Gustav, Dr., Professor der technischen Hochschule . . . . . „ „
Frau **Wimpffen** Karoline, Gräfin . . . . . „ „
Herr **Wittmann** Alois, Apotheker . . . . . „ Bruck a. M.
„ **Wohlfahrt** Karl, Buchhändler . . . . „ Graz.
„ **Wottawa** Johann, k. k. Rechnungsrath . „ „
„ **Wotypka** Alexander. Dr., k. k. Ober-Stabsarzt „ „
370 „ **Wretschko** Mathias, Dr., Landes-Schulinsp. „ „
„ **Wunder** Anton, Dr., Apotheker . . . „ „
„ **Wunder** Nikolaus, Privat . . . . . „ „
„ **Wurmbrand** Gundaker, Graf, k. k. Hauptmann und Kämmerer . . . . . „ „
„ **Wurmbrand** Ferdinand, Graf . . . . „ „
Frau **Wurmbrand** Alexandrine, Gräfin . . . „ „
Herr **Wüllersdorf-Urbair** Bernhard, Freih. von, Excellenz, k. k. Vice-Admiral . . . „ „

„ **Zaruba** Franz, Dr. der Medicin . . . „ „
„ **Zechner** Johann, Dr. der Medicin . . . „ „
„ **Zepharovich** Karl, Ritter v., Gutsbesitzer „ „
380 „ **Zerin** Josef, k. k. Kriegsgerichts-Präsident „ „
„ **Zimmermann** August, Buchhändler . . „ „
„ **Zimmermann** Heinrich, Ritter von, Dr., k. k. Generalstabsarzt . . . . . „ Wien.

Herr **Zini** Anton, Dr., praktischer Arzt. Sanitäts-
raths-Mitglied . . . . . in Graz.
„ **Zwicke** Franz, Wund- und Geburtsarzt . „ „
„ **Zwiedinek** A., Edler von, k. k. Major . „ „
„ **Zwölfboth** Josef, k. k. Finanzrechnungs-
official . . . . . „ „

Berichtigungen dieses Verzeichnisses wollen gefälligst dem Vereins-Secretär bekannt gegeben werden.

Ueber

mechanische Anpassungen im Pflanzenreiche.

Vortrag,

gehalten in der Jahres-Versammlung des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark am 30. December 1876

von dem

Vereins-Präsidenten Dr. Hubert Leitgeb.

Geehrte Anwesende!

Die beschreibenden Naturwissenschaften waren um die Mitte unseres Jahrhundertes in einen gewissen Doctrinarismus verfallen, in welchem sie namentlich durch den dominirenden Einfluss der Linné'schen Schule gefangen gehalten wurden.

Bis dahin beherrschte vorwiegend die Form des organischen Körpers die Wissenschaft; — sie in kurze abstrakte Sätze zu fassen und in das systematische Gerippe einzureihen, absorbirte die tüchtigsten Köpfe und ein Fortschritt war es zu nennen, wenn Versuche gemacht wurden, an der ehrwürdigen systematischen Schablone zu rütteln, und sie auf Grund vermeintlicher besserer Einsicht theilweise umzuändern.

Auch dass man anfing, über die Betrachtung der äusseren Form hinauszugehen und sich in das anatomische Detail zu vertiefen, kann als ein wesentlicher Fortschritt nicht bezeichnet werden; war es denn doch immerhin den meisten Forschern nur um Constatirung der simpeln Thatsache zu thun; an dieselben auch Gedanken zu knüpfen, sie zu deuten und in Zusammenhang zu bringen, darauf dachte man nur in den wenigsten Fällen.

Das Bild, welches die organischen Naturwissenschaften darboten, war, um mich eines schon vielfach gebrauchten aber treffenden Vergleiches zu bedienen, etwa das eines Bauplatzes, auf den von allen Seiten Baumaterial — behauene und unbehauene Steine — herbeigeschafft wurden und wo nur einzelne Arbeiter beschäftigt waren, dasselbe zurechtzulegen und unter diesen wieder nur wenige, die da und dort auch zur Aufführung von Mauerwerk sich anschickten. Aber der einheitliche Gedanke fehlte — und Plan und Ziel des Baues war am meisten fremd.

Es herrschte gewissermassen eine Scheu vor weitergehenden Speculationen, welche geeignet gewesen wären, noch unverbundene Thatsachen zu verknüpfen und es ist bezeichnend, dass gerade die tüchtigsten Forscher sich sorgfältig davon ferne hielten und consequent in dieser sich selbst auferlegten Beschränkung verharrten.

Der Naturforscher war zum Philosophen in einen schroffen Gegensatz getreten; beide hatten sich die Grenzen ihres Forschungsgebietes gezogen und mit Aengstlichkeit hütete sich jeder vor dem Hinübergreifen in das feindliche und feindselig betrachtete Gebiet.

Diese traurige Erscheinung war eigentlich die nothwendige Folge der ausgelassenen Speculation, welche die Schule der Naturphilosophen wenig früher als Endziel wahrer Naturforschung gepriesen hatte; es war dies eine Reaction gegen jene Geistesverwirrung, welche die Ergebnisse des rein idealistischen Denkens auf meist unvollkommen beobachtete Thatsachen kritiklos anwandte und somit die höchsten Abstraktionen mit der nachlässigsten Empirie verband.

Es ist, wie ich glaube, vor allem das Verdienst der immer mehr in Aufnahme gekommenen entwicklungsgeschichtlichen Forschung, die organischen Naturwissenschaften endlich aus diesem Banne erlöst zu haben.

Dadurch, dass man die Entwicklung des Individuums von der einzelligen Anlage an verfolgte, dass man in hunderten von Fällen sah, wie aus durchaus gleichartigen Anlagen sich allmälig so Ungleichartiges entwickeln könne und man erkannte, dass in je früheren Entwicklungsstadien die Abänderung eintrete, umso unähnlicher die entwickelten Individuen sich gegenüber stünden

und dass je später eine divergente Entwicklung Platz greife, umsomehr auch die entwickelten Formen mit einander übereinstimmten — durch diese und ähnliche Beobachtungen wurden die Bedingungen geschaffen, die den Gedanken reifen und sich ausbreiten liessen, die organische Natur nicht mehr bloss als eine sinnverwirrende Masse von einander mehr oder weniger ähnlichen Formen, sondern als organische Einheit, und, um es mit einem Worte zu sagen, in ihrer Gänze entwicklungsgeschichtlich aufzufassen.

Wie die Beobachtung der am sich entwickelnden Organismus in die Erscheinung tretenden Umwandlungen einen Massstab bot zur Beurtheilung der am Individuum möglichen Veränderungen, so lehrte die genauere Kenntniss des Generationswechsels Entwicklungsvorgänge kennen, die über das Individuum hinausgreifen. Der Begriff der naturhistorischen Art erschien dadurch wesentlich erweitert. Die gewöhnliche Vorstellung, sie als eine Gesammtheit gleichartiger Individuen aufzufassen, musste dahin modificirt werden, dass auch ungleichartige aber sich nothwendig ergänzende Individuen in den Rahmen derselben Platz finden könnten.

Wenn nun auch die Constanz der Species dadurch zunächst nicht berührt wurde, so waren es doch zweifellos diese Untersuchungen, welche den Gedanken, die Entwicklungsfähigkeit auch auf die Art auszudehnen, in immer weiteren Kreisen Eingang verschafften und somit jene Bedingungen schufen, welche geeignet waren, der nun von Darwin von neuem vorgetragenen Abstammungslehre so rasch und entschieden zum Siege zu verhelfen.

Wohl war diese Lehre keine neue. — Schon im ersten Jahre unseres Jahrhundertes hatte Lamark dieselbe ausgesprochen und später St. Hilaire gegen Cuvier vertheidigt. Dass diese bedeutenden Männer unterliegen mussten, dass die Unveränderlichkeit der Arten auch weiter noch als fast unbestrittenes Dogma gelehrt wurde, liegt nicht so sehr in der mangelhaften empirischen Begründung ihrer Ansichten, als vielmehr darin, dass ihre gelehrten Zeitgenossen und unmittelbaren Nachfolger zur Aufnahme der neuen Lehre noch nicht vorbereitet waren.

Wir sehen hier die in der Entwicklungsgeschichte unseres Geschlechtes immer wiederkehrende Erscheinung, dass der geistige Fortschritt in einem bestimmten Zeitabschnitte nicht so sehr

an eine bevorzugte Persönlichkeit geknüpft, als vielmehr abhängig ist von der Summe geistiger Arbeit, die in diesem Abschnitte geleistet wird. Der seiner Zeit vorauseilende Denker bleibt unverstanden und ungehört; der Prophet aber, der die neue Lehre verkündet, und zum Siege bringt, ist nur der personificirte Gedanke seiner Zeit.

Mit Darwin hatten wir die Abstammungslehre gewonnen. Wir gewöhnten uns damit an den Gedanken, die organischen Naturkörper könnten nicht als Folge übernatürlicher Interventionen entstanden, sondern aus wenigen einfachen Formen durch deren allmälige Umwandlung hervorgegangen sein.

Aber hatten wir damit in Bezug auf die Erfassung der organischen Welt einen wesentlichen Fortschritt gemacht?

Wohl war da und dort der „gemeinsame Bauplan" aufgedeckt; man sprach vom „gemeinsamen Grundgedanken der Schöpfung", der überall zum Ausdruck gelange — aber was war denn mit diesen und ähnlichen Schlagworten erreicht? Lauerte nicht hinter jedem dieser Sätze immer wieder das Gespenst der Teleologie; war die Frage nach der Entstehung der organischen Wesen, nach der Ursache, warum jedes derselben seinen Existenzbedingungen so vollkommen angepasst sei, damit aus der Welt geschafft? Woher die Zweckmässigkeit, die überall in die Erscheinung tritt, die ebenso die einfache Zelle, wie den zusammengesetztesten Organismus beherrscht?

Dass wir diesen Fragen nicht mehr rathlos gegenüberstehen, ist ein weiteres nicht genug zu würdigendes Verdienst Darwin's. Indem dieser grosse Denker zugleich mit der festen und sicheren Begründung der Abstammungslehre das Princip der natürlichen Züchtung einführte, lehrte er uns den Factor kennen, der, gepaart mit der Vererbung, uns nicht allein die Entstehung neuer Formen verständlich macht, sondern es auch begreiflich erscheinen lässt, warum dieselben der Aussenwelt im Allgemeinen so vortrefflich angepasst sind.

Es ist nicht meine Absicht, Ihnen hochverehrte Anwesende! heute einen Vortrag zu halten über diese beiden hochwichtigen Lehren — die Descendenz- und die Selectionslehre — umsoweniger, als dieselben ohnedies dem gebildeten Publikum bekannt sind, und ich somit fürchten müsste, Sie mit Wiederholungen zu

ermüden; — aber Sie werden mir gestatten, insoweit, als es zum Verständniss des Nachfolgenden nothwendig ist, Ihnen die wesentlichsten Momente derselben mit wenigen Worten in Erinnerung zu bringen.

Der Gedankengang Darwin's ist folgender:

Nebst den vielen Eigenschaften, die die Nachkommenschaft von ihren Eltern erbt, treten an derselben auch solche auf, welche an den Eltern nicht vorhanden oder nicht bemerkbar waren. Die Eigenschaften jedes Individuums sind also theils ererbt, oder wie man sagt, angeboren, theils von diesem selbst erworben. Der Pflanzen- oder Thierzüchter wählt nun zur Nachzucht solche Individuen aus, welche seinen Zwecken nützliche Abänderungen zeigen, die somit auf die weiteren Generationen vererbt werden. Auf ähnliche Weise verfährt die Natur; sie trifft eine Zuchtwahl, indem nur solche Individuen zur Fortpflanzung gelangen, welche in Folge einer neuen und nützlichen Abänderung sich im Kampfe um's Dasein als die Stärkeren erweisen. Erlauben Sie mir nur ein Beispiel anzuführen: An einem mit Gebüschen beschatteten Standorte wächst eine Bohnenart mit niederliegendem Stengel. Ein Theil der aus ihren Samen entwickelten Keimpflänzchen zeigt nun eine neue — nicht von den Vorfahrern ererbte — Eigenschaft, darin bestehend, dass die Stengel sich um Stützen zu winden vermögen. Diese Pflänzchen werden sich also über ihre mit dieser Fähigkeit nicht begabten Mitschwestern erheben können, werden ihnen Licht und Luft abgewinnen, sie in den Schatten und in die Traufe bringen. Letztere werden also — wie man zu sagen pflegt — erstickt, während die mit der Fähigkeit zu Schlingen begabten Pflänzchen zur Samenbildung gelangen, und diese neue und nützliche Eigenschaft somit vererben. Es bildet sich also eine schlingende Varietät. Diese Eigenschaft, sich um Stützen winden zu können, ist aber nicht an jedem Standorte von Vortheil, und dies ist wohl auch der Grund, dass in der Flora unserer gebüschfreien Alpenmatten keine Kletterpflanze zu finden ist.

So erklärt uns die Zuchtwahl in gleicher Weise die Farbenpracht der Blüthe, die sich nur dort findet, wo Insekten zur Vermittlung der Bestäubung angelockt werden sollen, und den Formenreichthum derselben, der zur Erleichterung oder Sicherung

dieses Bestäubungsgeschäftes in Beziehung steht, und wir finden es begreiflich, dass unsere im ersten Frühjahre blühenden Bäume, wie der Haselnussstrauch, die Pappel, Erle und Birke, keine grossen Blüthen haben, die ihnen bei dem Umstande, als zu dieser Zeit noch das reiche Insektenleben fehlt, nutzlos wären. Ebenso verstehen wir es nun, warum in den früheren Erdperioden die ersten Blüthenpflanzen erst in der Kreide auftreten, nachdem in der früheren Jura die Insektenwelt sich entwickelt hatte.

Nach diesen einleitenden Betrachtungen gehe ich nun zum eigentlichen Thema meines heutigen Vortrages über.

Ist, wie wir wissen, jeder Organismus den Bedingungen und Umständen, unter denen er wächst und sich fortpflanzt, so vortrefflich angepasst, haben die Organe jeder Pflanze gerade die Form, Grösse, die Eigenschaften, die ihr nützlich sind — ist dies Princip der Anpassung also allgemein herrschend, so muss dies auch der Fall sein in Bezug auf eine der wichtigsten Lebensbedingungen, die der erforderlichen Festigkeit, der Widerstandsfähigkeit nämlich gegen äussere mechanische Eingriffe; welche Art der Anpassung ich als „mechanische Anpassung“ bezeichnen will. Dass solche Anpassungen nun in der That vorhanden sind, dass der Bau mancher Pflanzen und Pflanzentheile, die Lagerung der Gewebeformen in denselben nur dann verständlich sind, wenn wir das „mechanische Princip“ zur Erklärung herbeiziehen, dies an einigen Beispielen zu zeigen, ist der Zweck meines heutigen Vortrages.

Alle Pflanzen und Pflanzentheile sind, wie bekannt, aus kleinen, in der Regel dem freien Auge nicht mehr wahrnehmbaren Bausteinen, den Zellen, aufgebaut. Es stellen diese Zellen Bläschen dar, bestehend aus einer ziemlich festen und elastischen Haut und einem Inhalte, dessen Zusammensetzung und Eigenschaften uns zunächst nicht weiter interessiren. Da eigene Kanäle, in welchen die Nährstoffe, ähnlich wie das Blut in den Adern, circuliren könnten, in den Pflanzen nicht vorkommen, so muss das ganze Nährmaterial durch die Zellwände hindurch, also auf dem Wege der Diffussion, bewegt werden. Bei dieser Bewegung durch die allerengsten Capillarräume, werden nun die zu über-

windenden Reibungswiderstände offenbar einen bedeutenden Verbrauch an Kraft zur Folge haben, welche der Pflanze dadurch für andere Funktionen verloren geht. Um das Wasser, welches ein Morgen Wald während eines Sommertages durch Verdunstung verliert, in die Wipfel der Bäume zu pumpen, müsste ein Pferd täglich etwas mehr als eine Stunde arbeiten. Dies wäre aber nur unter der Voraussetzung, dass das Wasser sich in einem Gefässe (etwa einer Steigröhre) emporbewegen würde. Bei einem 25 Meter hohem Baume müssen aber die Wassertheilchen etwa 30000 Zellwände durchwandern, und es werden dabei die zu überwindenden Reibungswiderstände einen enormen Kraftaufwand erfordern.

Und warum bildete dann die Pflanze so kleine Zellen, während ihr grössere beim Stofftransporte unzweifelhaft von Nutzen gewesen wären? Gewiss nur aus mechanischen Gründen, indem sie durch die Kleinheit der Zellen bei geringstem Materialaufwand einen möglichst widerstandsfähigen Körper schuf, dem mechanischen Principe entsprechend, dass bei gleicher Wanddicke ein hohler Körper um so fester ist, je kleiner er ist.

Die Druckfestigkeit, welche die Zelle ihrer Haut verdankt, wird selbstverständlich wesentlich erhöht durch den hydrostatischen Druck, den der flüssige und die Zelle erfüllende Inhalt von Innen her auf die Wand ausübt, und es kann derselbe in Verbindung mit einer selbst zarten Membran genügen, die Zelle hinreichend druckfest zu machen. Wenn nun aber, wie es häufig geschieht, mit dem Alter der Zelle deren Inhalt schwindet, die Widerstandsfähigkeit derselben aber der Pflanze noch weiter nothwendig ist, so verstärkt nun die Zelle ihre Membran und zwar theils durch gleichförmige Verdickung derselben, oder dadurch, dass an selber nur stellenweise Versteifungsvorrichtungen angebracht werden: Den Bast wie das Holz höherer Pflanzen durchziehen sehr lange Zellröhren, die als Gefässe bezeichnet werden. Bast- wie Holzgefässe sind anfangs dünnwandig und mit Säften prall erfüllt. Dies ist bei den Bastgefässen während des ganzen Lebens des betreffenden Pflanzenorganes der Fall, und ihre Druckfestigkeit bleibt auch ohne weitere Verdickung der Haut erhalten. Die Holzgefässe aber verlieren den wässerigen Inhalt, und fungiren dann als Circulationskanäle für Luft. Hier muss nun, soll nicht

die Festigkeit der Zelle, und somit die des ganzen Organes Schaden leiden, die Wand verstärkt werden, was bald durch ringförmige von Strecke zu Strecke sich wiederholende Versteifungen oder durch Ausbildung eines Spiralbandes, oder in anderer Weise geschieht.

Als mechanische Anpassung zur Erhöhung der Druckfestigkeit möchte ich ferner die gröbere Sculptur erklären, die an der Oberfläche der Sporen und Pollenkörner in Form netzartig verbundener Leisten, oder mehr weniger gedrängt stehender Warzen und Stacheln in die Erscheinung tritt, und welche wir auch häufig an der Oberfläche von Haargebilden finden, die, für längere Dauer bestimmt, jedenfalls eine gewisse Druckfestigkeit nöthig haben.

Ich beschränke mich auf diese wenigen Beispiele der mechanischen Anpassung der einzelnen Zelle, und wende mich zu einer anderen, die Verstärkung ganzer Zellgewebe dienenden Einrichtung, die auf das Schlagendste ihren mechanischen Zweck erkennen lässt.

Der Blattstiel unserer Seerose ist mit weiten, Luft führenden Kanälen durchzogen, die von einander durch aus nur einer Zellschicht gebildete Wände getrennt sind. In diesen, aus dünnhäutigen Zellen aufgebauten Wänden, sind nun von Strecke zu Strecke einzelne ganz eigenthümliche Ausbildungen eingefügt: An ein in der Wand liegendes Mittelstück setzen sich beiderseits in die Luftgänge hineinragend mehrere Aeste an, die theils quer, theils der Länge nach verlaufend, sich innig der Wand jener anlegen. Im Gegensatze zu den übrigen, wie schon bemerkt, durchaus zarthäutigen Wandzellen, sind diese sehr stark verdickt. Letzterer Umstand, in Verbindung mit der Richtung und Lage der Zelläste, so wie die ganze Einfügung dieser Zellen in der Wand zeigt unzweifelhaft, dass sie aus mechanischen Gründen, und zwar zur Verstärkung der die Luftgänge trennenden Scheidewände vorhanden sind, für welchen Zweck sie ganz in gleicher Weise wirken, wie die Schliessen, welche der Baumeister in schwächere Mauern der Gebäude einführt.

Die Versteifung der Luftgänge kann aber auch in anderer Weise erfolgen. So finden wir öfters in grösseren oder kleineren Abständen Diaphragmen eingefügt, welche aber, um die Luftcirculation nicht zu sperren, aus sternförmigen Zellen bestehen; oder es ist der ganze Luftraum mit einem Gebälke fadenförmiger

und verzweigter Zellen erfüllt, welche offenbar als Zugbänder wirkend, wieder die Straffheit der Scheidewände erhöhen.

Doch dies Alles sind ja nur ganz specielle Fälle, aus denen sich noch nicht ergiebt, ob die mechanische Anpassung im Pflanzenreiche denn allgemein als selbstständiges Moment hervortritt, und ob nicht dieser Zweck nicht durch specifische diesbezügliche Einrichtungen, sondern nur nebenbei erreicht wird.

In der Entwicklung der ganzen organischen Welt herrscht bekanntlich das Gesetz der Arbeitstheilung. Verrichtungen, welche bei anderen Organismen von einer Zelle oder einem Organe vollzogen werden, vertheilen sich bei höheren auf verschiedene Zellen und verschiedene Organe. Weiters sehen wir, wie sich das bei niederen Formen aus lauter gleichen Zellen gebildete Organ aus verschiedenen Geweben aufbaut, deren jedes für bestimmte Verrichtungen aufzukommen hat. So ist bei höheren Pflanzen der Schutz gegen Verdunstung und der Abschluss nach aussen einem eigenen Hautgewebe anvertraut; andere Gewebe vermitteln die Wasserströmung, wieder andere die Luftbewegung, während der Transport der Baustoffe wieder bestimmten Zellgruppen übertragen ist. Wie verhält es sich nun mit der Herstellung der erforderlichen Festigkeit im Pflanzenkörper. Sollten die höheren Pflanzen deren nicht auch für diese so wichtige Lebensbedingung eigene Gewebe ausbilden, deren Zellen vor allen der Erfüllung dieser Aufgabe angepasst sind, und deren Lagerung im Organe den diesbezüglichen mechanischen Sätzen entspricht?

Ich folge in nachstehender Darstellung und den daran sich knüpfenden Auseinandersetzungen S. Schwendener's inhaltsreichem Buche: „Das mechanische Princip im Aufbaue der Monocotyledonen."

Um zur Beantwortung dieser Fragen einen Anhaltspunkt zu gewinnen, untersuchen wir vorerst die Bedingungen, die an ein bei unseren Bauten so häufig vorkommendes Constructionsobjekt, den Tragbalken, bezüglich seiner Festigkeit gestellt werden. Legt man an einen freiliegenden, nur an seinen Enden unterstützten Träger ein Gewicht auf, so wird in jenem sich offenbar ein Krümmungsbestreben geltend machen und in Folge dessen die belastete Seite etwas verkürzt, die abgekehrte etwas verlängert werden, jene daher gedrückt, diese gedehnt werden. Die daraus

sich ergebenden Spanungen werden weiters an den Grenzflächen am grössten (und entgegengesetzt) sein, und beiderseits nach der Mitte des Trägers hin abnehmen, wo sie gleich Null werden. Diese mittlere Schicht, wo keine Spanungen zur Geltung kommen, wird als die „neutrale Faserschicht“ des Trägers bezeichnet. Da die Spanungen, wie erwähnt in den Grenzflächen am grössten sind, so wird es sich empfehlen, namentlich diese möglichst stark zu construiren, und das Material, welches zur Construction verwendet werden soll, nicht gleichmässig durch den ganzen Träger zu vertheilen, sondern dasselbe vorzüglich an dessen Grenzflächen anzuhäufen und zwischen denselben nur so viel zu verwenden, als zur festen Verbindung derselben nothwendig ist, Man gibt daher solchen Trägern die Querschnittsform eines doppelten ⊤ und nennt sie „Doppel ⊤ träger“ (I). Die beiden, den Grenzflächen des einfachen Trägers entsprechenden Theile (die Querstriche des doppelten ⊤) bezeichnet man als die „Gurtungen“, das dieselben verbindende Stück nennt man den „Steg“.

Wendet man zur Construction zweierlei Material an, so wird man das festere für die Gurtungen verwenden, und sollen auch die Gurtungen aus verschiedenem Material construirt werden, so wird jene, welche für Druck in Anspruch genommen wird (in unserem Beispiele die belastete Seite), aus dem druckfesteren, die andere Gurtung, welche gedehnt wird, aus dem zugfesteren Materiale verfertigt werden.

Es gilt dies ganz in gleicher Weise für Träger, welche nur an einem Ende fixirt sind, bei denen dann aber die Function der Gurtungen sich umkehrt, indem die belastete Seite für Zug, die untere für Druck in Anspruch genommen wird.

Untersuchen wir nach diesen zur Orientirung vorausgeschickten Erörterungen, in wie weit der Bau eines Blattes (wir nehmen der Einfachheit halber ein bandförmiges) in Bezug auf den Zweck, mit möglichst geringen Materialaufwand eine möglichst grosse Festigkeit zu erzielen, den hier vorgetragenen Bedingungen entspricht. Ein solches Blatt wird bei normaler Stellung am Stengel mit denselben einen mehr weniger spitzen Winkel bilden und daher durch sein eigenes Gewicht belastet sein, welche Last sich noch durch Regen- und Thautropfen und andere Gegenstände vergrössern kann. Es wird sich also in dem Blatte ein

Krümmungsbestreben nach abwärts geltend machen, die obere Seite daher gedehnt, die untere gedrückt werden, jene daher für Zugfestigkeit, diese für Druck construirt sein müssen.

Ein Blick auf den Querschnitt eines Maisblattes z. B. zeigt, dass diesen Bedingungen in ganz vorzüglicher Weise entsprochen ist:

An der Oberseite — der Zugseite — liegen mehr weniger breite Bänder, aus einem Gewebe gebildet, dessen Zellen nach Form, Festigkeit und Zusammenfügung den Bastzellen entsprechen. Ihnen gegenüber an der Druckseite liegen starke Gurtungen, aus Bastgewebe bestehend, an die sich nach innen die Holztheile der Gefässbündel anschliessen. Zwischen diesen grösseren Trägern liegen kleinere ähnlicher Zusammensetzung und es verhindert die Mächtigkeit der Träger und ihre gedrängte Lage ein in Folge des Druckes leicht mögliches seitliches Ausbiegen, was natürlich an den oberen nur dem Zug ausgesetzten Gurtungen nicht in Betracht kommt. Das übrige Gewebe des Blattes besteht aus einem lockeren dünnwandigen Parenchym, das als mechanisches Element wohl nicht in Betracht kommen und wie wir wissen, schon seiner Lage nach auf die Biegungsfestigkeit des Blattes keinen merklichen Einfluss nehmen kann. Wohl aber ist dies der Fall mit den beiderseits liegenden aus bastfaserartigen Elementen bestehenden Gurtungen, deren Lage und Zusammensetzung offenbar die Biegungsfestigkeit des Blattes bedingt.

Um von der Widerstandsfähigkeit dieser Gurtungen eine Vorstellung zu gewinnen, sei erwähnt, dass zahlreiche Messungen dargethan haben, dass den Bastbändern im Allgemeinen ein Tragvermögen von 20 Kilo per □ Mill. zukommt, was so ziemlich dem Tragvermögen unseres Schmiedeisens entspricht. Ich begnüge mich mit der Anführung dieses Beispieles und will nur erwähnen, dass bei allen, ähnlich den Blättern flächenartig entwickelten Organen, wo also vorzüglich nur die Widerstandsfähigkeit gegen Kräfte, die in der Richtung senkrecht auf die Fläche einwirken, in Betracht kommen kann, auch die Anordnung der widerstandsfähigen Elemente im Allgemeinen den hier besprochenen Typus folgt, also wie es das mechanische Princip verlangt, eine oberflächlich zweireihige ist. Ich will ferner nur andeuten, dass bei

allen solchen Organen die Faltungen der Fläche, die an der Unterseite vorspringenden Rippen, die rinnige Form der ganzen Blätter oder wenigstens der Blattstiele, wie leicht einzusehen, wenn vielleicht auch nicht den einzigen Zweck haben, die Biegungsfestigkeit des Organes zu vermehren, in jedem Falle zur Erhöhung derselben in nicht unwesentlicher Weise beitragen.

Ich wende mich nun zur Betrachtung der Stengelorgane, und zwar vorerst der aufrechten und mehr weniger cylindrischen. Bezüglich ihrer mechanischen Function haben sie vorerst dem Drucke der höheren Pflanzentheile und deren Anhangsorganen zu wiederstehen und zweitens auch den seitlich wirkenden Kräften namentlich den Windstössen Widerstand zu leisten. Da nun kaum bei irgend einer Pflanze der vertical wirkende Druck durchaus gleichmässig ist, also auch dieser den Stengel zu biegen strebt, so wird auch dieser nur die Biegungsfestigkeit des Stammes in Anspruch nehmen und es wird daher vollauf genügen, wenn wir dessen Construction in Bezug auf diese Eigenschaft untersuchen.

Was die aufrechten cylindrischen Organe von den früher besprochenen flächenartig entwickelten vor allem unterscheidet, ist, dass die biegenden Kräfte von allen Seiten her wirken können, und es ist selbstverständlich, dass eine zweiseitige Anordnung der Constructionstheile nicht mehr genügt.

Wenn wir nun vorerst versuchen, unsere Doppel ⊤ träger diesen veränderten Bedingungen entsprechend zu combiniren, so wird sich offenbar die strahlige Anordnung als die vortheilhafteste herausstellen, in welcher dieselben die neutrale Faserschicht miteinander gemein haben. Wir können nun benachbarte Gurtungen derselben miteinander verbinden und dadurch die Stege entbehrlich machen, und wir erhalten eine cylindrische Röhre, in welcher in gleichen Abständen die Gurtungen eingelassen sind. Vermehren wir aber die Zahl der Träger, dass diese sich seitlich berühren, so erhalten wir die ganze cylindrische Röhre aus Gurtungen zusammengesetzt, und es ergibt sich so von selbst, dass die cylindrische Röhre jene Constructionsform sein wird, welche der Bedingung, bei möglichst geringem Materialaufwand möglichst grosse Biegungsfestigkeit nach allen Seiten, vor allem entspricht.

Diese Constructionsform, welche bei unseren Bauten ja alltäglich angewendet wird, wurde auch von der Pflanze benutzt und wir finden daher auch hier peripherisch kreisförmige Anordnung der widerstandsfähigen Elemente überall dort, wo es sich um allseitige Biegungsfestigkeit handelt. Es ist aber weiter selbstverständlich, das die Pflanze unter Wahrung des eben ausgesprochenen Principes sich in der Durchführung desselben mancherlei Abänderungen gestattet, sei es, dass dasselbe einer andern wichtigen physiologischen Function untergeordnet werden muss, oder dass die mechanisch günstigste Anordnung der wiederstandsfähigen Zellen nicht strenge durchgeführt werden kann, also zu Gunsten anderer, mit wichtigen Verrichtungen betrauter Gewebe Concessionen gemacht werden müssen.

Sehr deutlich ist das mechanische Princip in den hohlen Stängeln unserer Gräser zum Ausdrucke gelangt. Die wiederstandsfähigen Elemente liegen hier immer sehr nahe der Peripherie und zwar häufig in Form isolirter, durch Parenchym verbundener Träger, die in einem oder in mehreren Kreisen geordnet sind. In anderen Fällen schliessen sie zu einem Hohlcylinder zusammen an dem wieder öfters bei besonders stark gebauten Stengeln sich nach aussen, bei anderen auch nach innen Rippen ansetzen, welche wieder zur Erhöhung der Biegungsfestigkeit beitragen, wie ja auch der gerippte Hohlcylinder in der Architektur und im Maschienenbau häufige Anwendung findet. Aber auch dort, wo hohle Stengel nicht vorkommen, wie zum Beispiel bei den Palmen, und der ganze Querschnitt mit Gefässsträngen übersäet ist, stehen diese nur an der Peripherie sehr dicht beisammen und haben mächtige Bastbündel, welche den inneren fast ganz fehlen.

Auch unter den niederen Pflanzen sehen wir beim Aufbau biegungsfester Organe den Hohlcylinder häufig angewendet. Bekanntlich ist der Stiel vieler unserer Blätterschwämme hohl. Denselben Bau zeigen manche unserer aufrecht wachsenden Flechten und auch unter den Moosen mit aufrechten Stengel gelangt diese Constructionsform zum Ausdrucke.

Bevor ich die Besprechung der biegungsfesten Organe schliesse, möchte ich noch auf eine höchst interessante Eigenthümlichkeit aufmerksam machen, welche im hohen Grade ge-

eignet ist, die mechanischen Einrichtungen in das gehörige Licht zu stellen.

Wenn man einen noch nicht ausgewachsenen Grashalm seiner Blätter entkleidet und auch die den Stengel dicht anschliessenden Blattscheiden entfernt und nun zu biegen versucht, so knickt derselbe regelmässig unmittelbar über einen Knoten ein, während dies nur selten der Fall ist, wenn die Blattscheiden noch am Stengel belassen werden. Dass jedes Stengelglied unmittelbar über den Knoten am schwächsten ist, hat seinen Grund darin, dass an dieser Stelle dasselbe noch längere Zeit im Wachsthume begriffen ist, wenn in den übrigen Theilen des Gliedes das Wachsthum schon lange aufgehört hat. Diese noch im Wachsthume begriffene und somit aus jungen unverdickten Zellen bestehende Stelle besitzt daher nur geringe mechanische Widerstandsfähigkeit und die Pflanze schuf sich in der Entwicklung der starken Blattscheiden ein Mittel, diese Einrichtung ohne Beeinträchtigung der Festigkeit des Halmes bestehen zu lassen. Bei der Verwachsung des unteren Theiles des Blattes zur Blattscheide geht dasselbe aus der Flächenform in die des Hohlcylinders über, und es ändert sich dabei auch die Anordnung der widerstandsfähigen Elemente in der Weise, dass die an der Oberseite der Blattfläche verlaufenden Zugbänder an der entsprechenden Stelle des Hohlcylinders (seiner Innenseite) entweder viel schwächer werden oder ganz verschwinden, während die an der Peripherie liegenden als die nun mechanisch vor allen wirksamen bedeutend verstärkt werden.

Den bis nun besprochenen aufrecht wachsenden Stengeln, welche vor allem biegungsfest construirt sein müssen, steht nun eine nicht unbedeutende Zahl solcher Stengelorgane gegenüber, welche theils am Boden liegend wenig mechanische Arbeit zu leisten haben, oder die, sei es, dass sie im strömenden Wasser vegetiren oder passiv dem Zuge der Schwere folgen, auf eine gewisse Zugfestigkeit eingerichtet sein müssen. Zu letzteren Organen gehören unzweifelhaft auch die Wurzeln, welche ja bei jedem Winde, der den oberirdischen Pflanzentheil zu biegen strebt, auf Zug in Anspruch genommen werden, und bei einem höheren

Baume und einem stärkeren Winde diesbezüglich ja Ausserordentliches leisten müssen.

In Bezug auf Zugfestigkeit lehrt nun die Mechanik, dass dieselbe nur von der Grösse des Querschnittes der widerstandsfähigen Elemente abhängig ist. Es ist also theoretisch vollkommen gleichgiltig, ob ich zum tragen einer Last eine Anzahl von einander isolirter Drähte anwende, oder ob ich diese zu einem Seile vereinige, vorausgesetzt, dass der Zug alle Drähte gleichmässig in Anspruch nimmt. Dies ist aber um so leichter zu erreichen, je näher die einzelnen Drähte aneinander gerückt sind, und man concentrirt daher in der Praxis das zu verwendende Materiale zu einem soliden Körper und construirt die Zugstangen massiv. In gleicher Weise sehen wir in der Pflanze für Zug eingerichtete Organe immer in der Weise ausgebildet, dass die widerstandsfähigen Elemente möglichst an einander gedrängt erscheinen. Dies geschieht natürlich am vollkommensten durch möglichste Concentration derselben in der Axe des Organes, und wir sehen daher auch das Stranggewebe der Wurzeln fast ausnahmslos axil gelegen

Während also in Organen, die auf Biegungsfestigkeit berechnet sind, die widerstandsfähigen Stränge möglichst nach der Peripherie drängen, streben sie in zugfesten Organen nach deren Axe hin, und erscheinen dort entweder sehr nahe aneinander gerückt, oder geradezu zu einem Bündel verschmolzen.

Ist nun dieser verschiedene anatomische Bau des Stengels und der Wurzel bedingt durch die von ihnen zu leistende mechanische Arbeit, in der Weise also, dass jener vorzüglich als biegungsfestes, diese als zugfestes Organ zu fungiren hat, so steht es a priori zu erwarten, dass dort, wo diese Organe ihre diesbezüglichen Functionen wechseln, der Stengel also einem Zuge ausgesetzt ist, und die Wurzel eine Last zu tragen hat, auch in dem anatomischen Bau diese geänderte Function zum Ausdrucke gelangen wird.

Nun finden wir sehr häufig unterirdische Stengeltheile, welche in Bezug auf ihre mechanische Aufgabe die Rolle von Wurzeln übernehmen. Die zahlreichen Rhizome unserer Gräser und Halbgräser zeigen uns auch in der That in ihrem Baue einen wesentlichen Unterschied von den oberirdischen Stammtheilen, und nähern sich diesbezüglich mehr oder weniger der Wurzel

Ganz etwas ähnliches finden wir bei unseren Schachtelhalmen Während die oberirdischen Stengel hohl sind und ihre mechanischen Elemente ganz nach der Stengelperipherie gerückt haben, sehen wir diese in unterirdischen Stengeltheilen wieder mehr der Axe genähert, während hier zugleich die Höhlung verschwindet.

Anderseits gibt es Wurzeln, welche die Rolle der Stämme übernehmen. So brechen bei den Pandanusarten aus den oberirdischen Stammtheilen Wurzeln hervor, welche vertikal nach abwärts wachsen, in den Boden eindringen und sich bedeutend verdicken. Da später der untere Theil des Stammes abstirbt, ruht die ganze Last der Pflanze auf diesen Stützwurzeln, welche nun aber auch in der That einen stammähnlichen Bau zeigen, während die kleineren im Boden wachsenden Wurzeln den normalen Wurzelbau beibehalten.

Sehen wir so in dem einen Falle den Stengel mehr oder weniger den Bau der Wurzel annehmen, wenn er als zugfestes Organ zu fungiren hat, und umgekehrt, die Letztere dort, wo sie die Function des Stengels übernimmt, und dann für rückwirkende und Biegungs-Festigkeit construirt sein muss, einen stammähnlichen Bau zeigen, und ist der Grund dieses verschiedenen anatomischen Verhaltens nur in der mechanischen Anpassung gelegen, ist also die Ausbildung und Vertheilung der widerstandsfähigen Elemente in der That nur durch das mechanische Princip bedingt, so werden wir erwarten dürfen, dass dort, wo das Organ unter Verhältnissen vegetirt, in denen der Anspruch auf mechanische Leistungsfähigkeit auf ein Minimum reducirt ist, dem entsprechend auch die mechanisch wirksamen Zellelemente und Gewebe zurücktreten, und entweder gar nicht, oder nur in unbedeutendem Masse zur Ausbildung gelangen werden.

In solchen Verhältnissen befinden sich nun die in seichten stagnirenden Gewässern lebenden Pflanzen und es ist eine bekannte Thatsache, dass bei solchen häufig, weder im Stranggewebe noch an anderen Stellen, bastfaserähnliche Elemente ausgebildet werden. So finden wir es bei Hippuris, so bei Najas, Anacharis, Ceratophyllum, Utricularia und vielen anderen Pflanzen.

Die Beziehungen zwischen den mechanischen Lebensbedingungen einer Pflanze und den anatomischen Bau ihrer Organe werden aber weiters besonders deutlich dann hervortreten, wenn sehr

nahe verwandte Pflanzen, wie die Arten einer Gattung oder die Varietäten einer Art, die aber unter verschiedenen äusseren Verhältnissen leben, mit einander verglichen werden.

So gibt es unter den Laichkräutern (Potamogeton) solche, die in stehenden oder trägen Gewässern vegetiren, während andere Arten, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch vorzüglich auf fliessende Gewässer angewiesen sind. Während an jene also nur höchst geringe mechanische Anforderungen gestellt sind, werden diese offenbar durch das strömende Wasser auf Zug in Anspruch genommen. Und ganz unserem Principe entsprechend, entbehren jene in gleicher Weise, wie die oben erwähnten Pflanzen der mechanisch wirksamen Zellen, während diese bei den letzteren mehr weniger vollkommen ausgebildet werden.

Wenn nun auch die angeführten Beispiele unwiederleglich dafür sprechen, dass die Pflanze bei Ausbildung und Anordnung der wiederstandsfähigen Elemente durch mechanische Gründe beeinflusst wird, so dürfen wir doch nicht erwarten, dass dies überall und ausnahmslos in so vollkommener Weise geschehe, dass jede Pflanze diesbezüglich die sich theoretisch am günstigsten gestaltenden Verhältnisse zeigen würde. Ich habe schon oben erwähnt, dass um die für die mechanischen Gewebe günstigste Lage (bei aufrechten Stengeln die peripherische) ja auch andere für eine zweite und wichtige Function bestimmten Gewebe concurriren können und dass also das mechanische Princip nur insoweit zur Geltung kommen kann, als bei dessen Durchführung nicht andere wichtige Lebensfunctionen der Pflanze eine Schädigung erfahren. So sind die unverdikt bleibenden Stellen an den Wänden stark verdickter Zellen (die Poren), obwohl die Druckfestigkeit derselben schädigend, doch unumgänglich nothwendig zum leichteren Transporte der Stoffe; so sehen wir öfters in biegungsfesten cylindrischen Organen die Träger von der Peripherie zurücktreten und die mechanisch günstigste Lage dem grünen assimilirenden Rindengewebe einräumen, welches zur Durchführung der ihm übertragenen desoxydirenden Processe eines ziemlich intensiven Lichtes bedarf.

Es ist aber anderseits auch der Umstand in Erwägung zu ziehen, dass ein Organ bei Erlangung der für eine bestimmte Function geeigneten Anpassung noch nicht bis zu dem theoretisch günstigsten Grade der Ausbildung vorgeschritten sein kann, weil

andere und unter früheren und von den dermaligen verschiedenen Existenzbedingungen erworbene Charaktere in Folge der langen Zeit hindurch wirkenden Vererbung so inhärent geworden sind, dass sie noch nicht vollständig ausgelöscht werden konnten. Wenn z. B. eine Landpflanze mit einem für Biegungsfestigkeit angepassten Stengel sich später dem Leben in stagnirenden Gewässern anpassen soll und somit der Biegungsfestigkeit nicht mehr bedarf, wenn somit die mechanischen Gewebe unnöthig werden, so werden dieselben möglicherweise auch in diesen neuen Verhältnissen durch die Macht der Vererbung noch theilweise erhalten geblieben sein und wir werden uns nicht wundern dürfen, wenn wir also da und dort noch mechanische Zellen finden, wenn sie auch überflüssig geworden sind. Ebenso kann ein ursprünglich biegungsfest construirter Stengel, wenn er später als zugfestes Organ zu wirken hat, sich noch nicht vollständig dieser geänderten Function angepasst haben und wir werden es so erklärlich finden, wenn die Lagerung der zugfesten Elemente noch nicht den günstigsten Grad der Anpassung erreicht hat.

Ich muss es mir versagen, auf diesen Punkt weiter einzugehen, da ich ohnedies fast fürchten muss, durch meine Auseinandersetzungen Ihre Geduld — hochverehrte Anwesende! zu sehr in Anspruch genommen zu haben. Aus diesem Grunde übergehe ich auch andere auf mechanische Anpassung basirte Einrichtungen und schliesse mit dem Wunsche, es möge mir gelungen sein, sowohl in Bezug auf Wahl des Stoffes zu meinem heutigen Vortrage, als auch in Bezug auf die Art seiner Behandlung von dem Anpassungsprincipe nicht zu sehr abgewichen zu sein.

Bericht

des Rechnungsführers über die Gebahrung mit dem Vereinsvermögen im Jahre 1876.

Die reellen Einnahmen des Vereines für 1876 können als ordentliche und ausserordentliche bezeichnet werden.

Zu den ersteren sind zu zählen:

1.	Die eingezahlten Mitglieder-Beiträge und Diplomsgebühren, u. zw. für frühere Jahre	14 fl. — kr.	
	für 1876	742 „ — „	
	„ 1877	4 „ — „	
	Zusammen		760 fl. — kr.

Zu den ausserordentlichen aber:

2.	Die Jahressubvention pro 1876 von der hohen Landschaft mit .	300 fl. — kr.	
3.	Die Subvention vom Central-Ausschusse der Naturforscher-Versammlung mit	500 „ — „	
4.	Der Erlös für dem Vereine gehörige Werke durch Herrn Prof. Leitgeb mit	15 „ — „	
5.	Die Interessen für das angelegte Vereinscapital bis 30. Juni 1876 mit	91 „ 10 „	
	Zusammen		906 „ 10 „
	Mithin reelle Einnahmen im Ganzen		1666 fl. 10 kr.
	Wird hier noch der vorjährige Cassarest pr. . .		14 „ 89 „
	und das bei dem vorjährigen Rechnungs-Abschlusse in der Gemeinde-Sparcasse befindliche Capital mit		1847 „ 35 „
	dazu gerechnet, so ergibt sich eine Summe von .		3528 fl. 34 kr.

welcher die Ausgaben des Jahres 1876 entgegengehalten werden müssen, um zu dem schliesslichen Vermögensstande d. J. 1876 zu gelangen.

Die Ausgaben können nun wieder theils als ordentliche, theils als ausserordentliche gelten; als ordentliche:

a)	Die Kosten für das Vereinsheft von 1875, wovon im Vorjahre bereits 261 fl. 29 kr. bestritten und verrechnet wurden, im restlichen Betrage von	581 fl. 27 kr.	
b)	Die Kosten für Lithographien zum Vereinsheft von 1876 . .	64 „ — „	
c)	Kanzleiauslagen, Annoncen etc.	22 „ 67 „	
d)	Porto und Sendungsspesen . .	46 „ 83 „	
e)	Verschiedene Dienstleistungen nebst Ausstopfen von Thieren .	130 „ 60 „	
f)	Für den gemeinschaftlichen Ausflug	15 „ 50 „	
	Zusammen		860 fl. 87 kr.

Als ausserordentliche aber:

g)	Die Kosten des Festgeschenkes an die Naturforscherversammlung mit	862 fl. 53 kr.	
h)	Der für das Denkmal Elie de Beaumont's gewidmete Betrag .	13 „ 36 „	
i)	Die Stempel für die Quittungen zu den Unterstützungsbeiträgen	3 „ 44 „	
k)	Die bisherigen Auslagen für Activirung der Regenfallstationen	304 „ 87 „	
	Zusammen		1184 „ 20 „

so dass sich die Ausgaben im Jahre 1876 in Summa auf . . . . . 2045 fl. 07 kr. beziffern.

Vergleicht man nun diesen Betrag mit der vorausgewiesenen Einnahmssumme per . . . . . 3528 „ 34 „

so ergibt sich der jetzige Vermögenstand mit . . 1483 fl. 27 kr., welcher aus dem baaren Cassareste von 33 fl. 27 kr. aus dem in der Gemeindesparcasse liegenden Capitale per . . . . 450 „ — „ und aus 2 Stück Obligationen der Stadt Graz mit je 500 fl. . . 1000 „ — „ besteht.

Beim Schlusse meines vorjährigen Berichtes hatte ich schon die Ehre zu bemerken, dass die unter den ausserordentlichen Einnahmen aufgeführten 300 fl. — vom hohen k. k. Ackerbauministerium für meteorologische Zwecke angewiesen — erst 1876 zur Verwendung gelangen können. Das ist auch thatsächlich eingetreten, wie die Ausgabepost *k)* weiset, zu welcher ich nur bemerke, dass ein Theil dieser Ausgaben durch Uebernahme der Kosten der beigestellten Instrumente Seitens einiger Beobachter wieder rückersetzt werden wird.

Um daher einen Vergleich des jetzigen Vermögensstandes mit dem vorjährigen zulässig erscheinen zu lassen, wird es sich empfehlen, die obengedachte Einnahme von 300 fl., für welche erst heuer Anschaffungen stattgehabt, beim vorjährigen Vermögensstande ausser Betracht zu lassen, wonach der schliessliche Vermögensstand

von 1865 nur . . . . . 1562 fl. 24 kr.

betragen hätte, während das heurige Schlussvermögen 1483 „ 27 „

beträgt, daher nur um . . . . . 78 fl. 97 kr.

geringer ausfallen würde, obschon grosse ausserordentliche Auslagen aus Anlass der Festgabe für die Naturforscher-Versammlung vorgekommen sind.

Aus dem Vergleiche des jetzigen Schlussvermögens von 1483 fl. 27 kr. mit dem Schlussvermögen von 1874 pr. 1331 fl. 21 kr. stellt es sich aber heraus, dass in den zwei Jahren 1874 bis 1876 nicht eine Abnahme, sondern eine Zunahme des Vereinsvermögens Platz gegriffen habe.

Graz, am 30. December 1876.

Georg Dorfmeister,
Rechnungsführer.

Verzeichniss

der dem naturwissenschaftlichen Vereine für Steiermark im Vereinsjahre 1876 zugekommenen Geschenke.

A. Mineralien:

Von Herrn Director Dr. S. **Aichhorn:**
Verschiedene Exemplare rohen Erdwachses aus Galizien.

B. Thiere:

Von Herrn k. k. Baurath H. J. **Liebich** in Liezen:
4 Thurmfalken, 10 Rothfussfalken, 1 Sperber, 1 Baumeule, 1 Falke, 1 Uhu, 1 Kalkrabe, 1 Strix aluco, 2 Mustella marta, 1 Anas clangula.

Von Herrn Wilhelm **Christen** in Graz:
Ein indisches Büffelhorn.

Von Herrn **k. k. Obermünzwardein** in Triest:
50 Arten von Conchylien und Seethieren, in meist zahlreichen Exemplaren.

C. Druckschriften:

Von der **Geschäftsleitung der 48. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte** in Graz:
Tagblatt und Festschrift. Graz 1875.

Von Herrn F. V. **Hayden:**
Bird of the Nordwest, by B. Coues. Washington 1874. 8°.
The travels of Lewis and Clarke, by E. Coues, Washington 1876. 8°.

Von Herrn Hofrath M. v. **Tommasini** in Triest:
Sulla Vegetazione dell' Isola di Vegliá di M. Cav. Tommasini. Triest 1875. 8°.
Cenni storici e fisici sula selvicoltura dell' Agro Triestino di M. Tommasini, Triest 1876. 8°.

Von Herrn Hofrath **Jellineck** in Wien:
Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen, von Dr. C. Jellineck. Wien 1876. 8°

Von der **zoologischen Station** in Neapel:
Erster Jahresbericht. Leipzig 1876. 8°.

Von der **Akademie der Wissenschaften** in Agram:
Rad jugoslavenske akademye knjiga 34, 35 und 36. Agram 1876. 8°.

Von der **königl. Akademie der Wissenschaften** in Amsterdam:
Verslagen en Mededelingen, 1876. — Jaarboek für 1874. — Processen Verbal, Mai 1874 bis April 1875. — Amsterdam 1876. 8°.
Nandelingen en Mededelingen v. d. Maatschappi d. nederl. Letterkunde 1875. Leiden 8°. — Levensberichten der afgestorvene Medeleden. Leiden 1875.

Von der **Société Academique de Marine et Loire** in Angers:
Memoires tome 29. bis 32. Angers 1874 und 1875. 8°.

Vom **naturhistorischen Vereine** in Augsburg:
23. Jahresbericht. Augsburg 1875. 8°.

Von der **naturforschenden Gesellschaft** in Bamberg:
10. Bericht für 1871 bis 1874. Bamberg 1875. 8°.

Von der **naturforschenden Gesellschaft** in Basel:
Verhandlungen, 6. Theil, 2. Heft. Basel 1875. 8°.

Von dem **botanischen Vereine der Provinz Brandenburg** in Berlin:
Verhandlungen. 17. Jahrgang 1875. 8°.

Von der **allgemeinen schweizerischen naturforschenden Gesellschaft** in Bern:
Verhandlungen in Chur und Andermatt. Freiburg 1875 und 1876. 8°.

Von der **naturforschenden Gesellschaft** in Bern:
Mittheilungen Nr. 828—905. Bern 1875 und 1876. 8°.

Vom **naturhistorischen Vereine der preussischen Rheinlande und Westphalens** in Bonn:
31. und 32. Jahrgang. Bonn 1874 und 1875. 8°.

Von der **Society of Natural History** in Boston:
Proceedings. Vol. XVI, III. u. IV. part., Vol. XVII I. u. II. part 1874 und 1875. 8°.
Memoires Vol. II part III., Nr. 3, 4, 5. Vol. II, part, IV, Nr. 1, 1874 u. 1875. 4°.
Teffriès Wymann, Memorial meting of the Boston. h. of nat history 1874.

Vom **naturwissenschaftlichen Vereine** in Bremen:
Abhandlungen 5. Band. 1. Heft. Bremen 1876. 8°.

Vom **Ateneo di Brescia** in Brescia:
Commentari dell' Ateneo di Brescia per l'anno 1875. Brescia 1875. 8°.

Von der **schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur** in Breslau:
52. und 53. Jahresbericht. 1875 und 1876. 8°.

Vom **naturforschenden Vereine** in Brünn:
Verhandlungen XIII. Band. Brünn 1875. 8°.

Von der **Académie royale de sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique** in Brüssel:
Annuaire 1875 und 1876; Bulletins 43 année 2. ser, tom. 38. 44. année 2. ser. tom. 39 und 40. Brüssel 1875. 8°.

Von der **Société entomologique de Belgique** in Brüssel:
Compt rendu Ser. II, 16—29; Annales Vol. XVIII. Brüssel 1875 und 1876. 8°.

Von der **Société malacologique de Belgique** in Brüssel:
Annales, tom. IX année 1874.
Procès verbal, 6. December 1874 und tom. IV. 1875. Brüssel 1874 und 1875. 8°.

Von der **königl. ungarischen Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus** in Budapest:
Jahrbücher, III. Band. 1873. 4°. IV. Band 1874. 4°.
Meteorologische Tabellen: Februar bis September 1876. 4°.

Von der **königlich ungarischen geologischen Anstalt** in Budapest:
Mittheilungen, IV. Band. 1—2 Heft. 1875—1876. 8°.

Vom **königlich ungarischen naturforschenden Vereine** in Budapest:
Termeszettudomanyi Közlony. 41—52 Heft. 8°.
Die Ebbe und Fluth in der Rhede von Fiume, von E. Stahlberger. 1874. 8°.
Die Eishöhle von Dobschau, von Alex. Krenner. 1874. 4°.

Vom **naturwissenschaftlichen Vereine** in Carlsruhe:
Verhandlungen. 7. Heft. Carlsruhe 1876. 8°.

Von der **naturwissenschaftlichen Gesellschaft für Sachsen** in Chemnitz:
5. Bericht. Jänner 1873 bis December 1874. Chemnitz 1875. 8°.
Phanerogamen-Flora von Chemnitz's Umgebung, von F. Kramer, Chemnitz 1876. 8°.

Von der **Société nationale des sciences naturelles** in Cherburg:
Memoires, tome XIX. Paris, Cherburg 1875. 8°.

Von der **königlichen Universität** in Christiania:
Om skuring meerker glacialformationen og terrasser. I. og strandlinier II. of Kerulf. Christiania 1871 und 1873. 4°.
Jeette gryder og gamb strandlinier i fast klippe af S. A. Sexe. 1874. 4°.
Enumeratio insectorum norvegicorum, autore H. Liebke I. u. II. 1874/75. 8 .
Transfusion und Plethora von J. W. Müller. 1875.
On some remarkable forms of animal life II by G. O. Sars. 1875.

Von der **naturforschenden Versammlung Graubündtens** in Chur:
Jahresbericht, neue Folge XIX. Jahrgang 1874—1875. Chur 1876. 8°.
Beiträge zur Kenntniss der Umgebung von Chur. 1875. 8°.

Von der **naturforschenden Gesellschaft** in Danzig:
Schriften, 3. Band, 4. Heft. Danzig 1875. 8°.

Von der **Naturforscher-Gesellschaft** in Dorpat:
Sitzungsberichte, IV. Band, 1. Heft. Dorpat 1876. 8°.
Archiv für Naturkunde. V. Band. 2. Serie: Biologie und Naturkunde. 1875. 8°.

Von der **kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher** in Dresden:
Leopoldina, Heft XI. Nr. 16–24, Heft XII. Nr. 1–18.

Von der **naturwissenschaftlichen Gesellschaft „Isis"** in Dresden:
Sitzungsberichte: Jänner bis December 1875. Dresden 1875. 8° und Jänner bis Juni 1876. Dresden 1876. 8°.

Von der **Gesellschaft für Natur- und Heilkunde** in Dresden:
Jahresbericht vom October 1875 bis Juni 1876. Dresden 1876. 8°.

Von der **The Dublin University Biological Association** in Dublin:
Procéedings Vol. I, Nr. 1. Dublin 1875. 8°.

Von der **physikalisch-medizinischen Societät** in Erlangen:
Sitzungsberichte. 7. und 8. Heft. Erlangen 1875 und 1876. 8°.

Von der **Societá entomologica italiana** in Florenz:
Bulletino anno VII. trimest III. und IV.; anno VIII. trimest I. III. 8°.
Adunanza del 26. decembre 1875.
Catologo della Collezione di insetti italiani d. R. Museo di Firenze 1. S. 1876.

Vom **deutschen und österreichischen Alpenvereine** in Frankfurt a. M:
Mittheilungen. Jahrgang 1875, Nr. 6. 1876, Nr. 1–5. Frankfurt a. M. 1875—1876. 8°.
Zeitschrift. Jahrgang 1875. 2. und 3. Heft. Jahrgang 1876. 1. Heft München 1875—1876. 8°.

Von der **Gesellschaft zur Beförderung der Naturwissenschaften in Breisgau** zu Freiburg:
Berichte VI. Band, 4. Heft. Freiburg 1876. 8°.

Vom **Vereine für Naturkunde** in Fulda:
4. Bericht. Fulda 1876. 8°.

Von der **St. Gallen'schen naturwissenschaftlichen Gesellschaft** in St. Gallen:
Bericht über 1873 bis 1874, und 1874 und 1875. St. Gallen 1875 und 1876. 8°.

Von der **königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in** Göttingen:
Nachrichten aus dem Jahre 1875. Göttingen. 8°.

Vom **k. k. steiermärkischen Gartenbauvereine** in Graz:
Mittheilungen. 2. Jahrgang, Nr. 6—9. Graz. 8°.

Vom **steirischen Gebirgsvereine** in Graz:
Jahrbuch pro 1875. III. Jahrgang. Graz 1876. 8°.

Vom **naturwissenschaftlichen Vereine für Sachsen und Thüringen** in Halle:
Zeitschrift der gesammten Naturwissenschaften. Band XI und XII. 1875. Berlin. 8°.

Vom **Vereine für naturwissenschaftliche Unterhaltung** in Hamburg:
Verhandlungen. II. Band. Hamburg 1876. 8°.

Vom **Musée Teyler** in Harlem:
Archives, Vol. I. fasc. I.; Vol. IV. fasc. I. 1875 und 1876. Harlem. 4°.

Vom **naturhistorisch-medicinischen Verein** in Heidelberg:
Verhandlungen, neue Folge I. Band, 2—3 Heft. Heidelberg 1876. 8°.

Vom **siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften** in Hermannstadt:
Verhandlungen XXVI. Jahrgang. Hermannstadt 1876. 8°.

Vom **naturwissenschaftlich-medicinischen Vereine** in Innsbruck:
Berichte VI. Jahrgang 1875. Innsbruck 1875. 8°.

Von der **medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft** in Jena:
Jenaische Zeitschrift, neue Folge II. Band, 4. Heft, III. Band. Supplement III. Band, 1—3 Heft. Jena 1876. 8°.

Vom **naturwissenschaftlichen Vereine für Schleswig-Holstein** in Kiel:
Schriften: II. Band, I. Heft. Kiel 1876.

Von der **kgl. physikalisch-ökonomischen Gesellschaft** in Königsberg:
Schriften, 14. und 15. Jahrgang 1873 und 1874. Königsberg. 4°.

Von **k. Danske Videns cabernes Selskab** in Kopenhagen:
Oversigt 1874. Nr. 3. Kopenhagen. 8°. Oversigt 1875. Nr. 1.

Vom **botanischen Vereine** in Landshut:
Bericht für 1874/75. Landshut 1876. 8°.

Von der **Société Vaudoise des sciences naturelles** in Lausanne:
Bulletin Vol. XIII. Nr. 75 und 76. Lausanne 1876. 8°.

Von der **R. society** in London:
Philosophical transactions Vol. 164, I. und II. p. Vol. 165, I. p. London 1874—1875. 4°.

The royal society 30. November 1874. 4°.
Proceedings of royal society Nr. 151—163. 8°.

Vom **naturwissenschaftlichen Vereine für das Fürstenthum Lüneburg** in Lüneburg:
Jahreshefte VI. für 1872—1873. Lüneburg 1876. 8°.

Von der **Société d'agriculture d'histoire naturelle et des arts utiles** in Lyon:
Memoires 4. serie, tom. 7. Lyon 1874. 8°.
Annales de la société Linneénne de Lyon 1874, neue Serie. 21. tom. 1875. 8°.

Vom **R. instituto lombardo di scienze, lettere ed arti** in Mailand:
Rendiconti II. serie. Vol. VII fasc. 17—20. Vol. VIII fasc. 1—20. Pisa 1874—1875. 8°.

Vom **Vereine für Naturkunde** in Mannheim:
36. bis 38. Jahresbericht. Mannheim 1870—1876. 8°.

Von der **Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften** in Marburg:
Sitzungsberichte. Jahrgang 1874 und 1875. Marburg. 8°.
Schriften der Gesellschaft, Supplementheft I zum X. Bande, Entwicklung des Hymens. Kassel 1875. 4°.
Schriften der Gesellschaft. X. Band, 12. Abtheilung. Kassel 1874. 8°.

Von der **Societá dei naturalisti** in Modena:
Annuario Ser. II. anno X. fasc. 1. Modena 1876. 8°.

Vom **Osservatorio del R. Colegio Carlo Alberti** in Moncalieri:
Bulletino Vol. VII. Nr. 8—12, Vol. IX. Nr. 10—12, Vol. X. Nr. 1, 3, 4. Turin 1874.

Von der **Société imperiale des naturalistes** in Moskau:
Bulletin 1875. Nr. 1—3. 1876. Nr. 1. Moskau 1875—1876. 8°.

Von der **königl. bayr. Akademie der Wissenschaften** in München:
Sitzungsberichte 1875. 2. und 3. Heft. 1876. I. Heft. München. 8°.

Vom **Vereine der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg** in Neu-Brandenburg:
29. Jahrgang des Archives, Neu-Brandenburg 1875. 8°.

Von der **Société des sciences naturelles** in Neuenburg:
Bulletin, tom. X. 2. Heft. 1875. 8°.

Vom **germanischen National-Museum** in Nürnberg:
Anzeigen: Jahrgang 22., 1.—12. Heft. Nürnberg 1875. 4°.

Von der **Societá degli spettroscopisti italiani** in Palermo:
Memoire 1876, Nr. 1—8. 1875. Nr. 7—12. Palermo 1875—1876. 4°.

Vom **naturhistorischen Vereine** in Passau:
10. Jahrgang 1871—1874. Passau 1875. 8°.

Vom **Jardin imperial de Botanique** in Petersburg:
Berichte I.—III. B. Petersburg 1871—1874. 8°.

Vom **Osservatorio Meteoroco Magnetico Valerio** in Pesaro:
Tabellen. Jänner—Juli 1876.

Von der **Societá toscana di scienze naturali** in Pisa:
Atti Vol. II. fasc. 1, und Vol. I. fasc. 3. Pisa 1876. 8°.

Von der **königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften** in Prag:
Sitzungsberichte: 1875. Prag 1875. 8°.

Vom **naturwissenschaftlichen Vereine „Lotos“** in Prag:
Lotos, 25. Jahrgang. 1875. 8°.

Von der **Redaction der entomologischen Nachrichten** in Putbus:
Nr. 20–24. Putbus 1876. 8°.

Von der **königlich botanischen Gesellschaft** in Regensburg:
Flora 1875. 1–36. Regensburg 1876. 8°.

Vom **zoologisch-mineralogischen Vereine** in Regensburg:
Correspondenzblatt 29. Jahrgang. Regensburg 1875. 8°.
Abhandlungen. 10. Heft. München 1875. 8°.

Vom **Vereine für Naturkunde** in Reichenberg:
Mittheilungen. VII. Jahrgang. Reichenberg 1876. 8°.

Vom **R. Comitato geologico d'Italia** in Rom:
Bolletino 1875, Nr. 3–12. Rom 1875. 8°.

Von der **Gesellschaft für Landeskunde** in Salzburg:
Mittheilungen XV. Vereinsjahr 1875. XVI. Band. 1. Heft. 1876. 8°.

Von der **kong. Svenska Vetens caps Academien** in Stockholm:
Ofversigt af Forhan Mingar. Stockholm 1875–1876. 8°.
Bihang till Forhan Mingar. III. Band. 1. Heft. 8°.
R. S. V. A. Standlingar. XI. Band. 1872. 4°.
Etudes sur les echinoides par S. Soven. 4°.
Meteorologiska jakttagelsa i Sverige. 15. Band. 1873. 4°.

Von der **Societá adriatica di Scienze naturali** in Triest:
Bolletino 1875. Nr. 5–7. 1876 Nr. 1–2. Triest. 8°.

Vom **Vereine für Kunst und Alterthum in Ulm und Oberschwaben** in Ulm:
Verhandlungen. 7. Heft. Ulm 1875. 4°.
Correspondenzblatt. 1. Jahrgang. Nr. 1–9. Ulm 1876. 8°.

Vom **R. Instituto veneto di scienze, lettere ed arti** in Venedig:
Atti, Tomo I. serie V. dispensa 1–10. Tomo II. serie V. 1–3. Venedig 1874–1875. 8°.

Von der **Academia d'agricoltura, arti e commerzio** in Verona:
Memoire Vol. LI, ser II, fasc. 1–2.
Vol. LII, ser. II, fasc. 1–2. Vol. LIII, ser. II, fasc. 1. Verona 1874–1875. 8°.

Von **Smitsonian Institution** in Washington:
Annual Report for 1873 und 1874. Washington 1874–1875. 8°.
Abstrackt of results of a study of the genera Geomys und Thomomys by D. E. Coues. Washington 1875. 4°.

Von der **anthropologischen Gesellschaft** in Wien:
5. Band Nr. 10. 6. Band Nr. 3–4. Wien 1875. 8°.

Von der **k. k. Gartenbau-Gesellschaft** in Wien:
Der Gartenfreund VIII. Jahrgang, Nr. 9–12, IX. Jahrgang, Nr. 1–10. Wien 1875–1876. 8°.

Von der **k. k. Geographischen Gesellschaft** in Wien:
18. Band. Wien 1876. 8°.

Von der **k. k. geologischen Reichsanstalt** in Wien:
Verhandlungen 1875. Nr. 13–18. 1876 Nr. 1–12.
Jahrbuch 1875 Juli–December. 1876 Jänner–Juni.
Abhandlungen VII. Bd. 1–3. Heft. VIII. Bd. 1. Heft. Wien 1875–1876.

Vom **k. k. Hofmineralien-Cabinete** in Wien:
Mineralogische Mittheilungen. Jahrgang 1875. 1 - 4. Heft. Wien 1875. 8°.

Von der **k. k. geologisch-botanischen Gesellschaft** in Wien:
Verhandlungen XV. Band, 1876. 8°. Festschrift 1876. 4°.
Carl Clusius Naturgeschichte der Schwämme Panoniens von Dr. Reichhardt. Wien 1876.

Von der **österreichischen Gesellschaft für Meteorologie** in Wien:
Zeitschrift. 10. Band. Wien 1875. 8°.

Vom **Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse** in Wien:
Schriften 13., 14. und 16. Band. Wien 1876. 8°.

Von der **Redaction der kleinen Beiträge für Länder- und Völkerkunde von Oesterreich-Ungarn** in Wien:
Kleine Beiträge. I. Jahrgang. Nr. 6–10. Wien 1875. 4°.

Vom **Vereine für vaterländische Naturkunde** in Württemberg:
Jahreshefte: 32. Jahrgang. Stuttgart 1876. 8°.

Von der **physikalisch-medicinischen Gesellschaft** in Würzburg:
Verhandlungen IX. und X. Band, 1.–2. Heft. Würzburg 1875–1876. 8°.

Von der **naturforschenden Gesellschaft** in Zürich:
Vierteljahresschrift 19. u. 20. Jahrgang 1.–4. Heft. Zürich 1874–1875. 8°.

Gesellschaften, Vereine und Anstalten,

mit welchen Schriftentausch stattfindet.

Agram: Akademie der Wissenschaften.
Amsterdam: Kön. Akademie der Wissenschaften.
Annaberg: Annaberg-Buchholzer Verein für Naturkunde.
Angers: Société académique de Maine et Loire.
Augsburg: Naturhistorischer Verein.
Bamberg: Naturforschende Gesellschaft.
Basel: Naturforschende Gesellschaft.
Berlin: Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.
„ Redaction der Zeitschrift der gesammten Naturwissenschaften von Dr. Giebel.
Bern: Allgemeine schweizerische naturforschende Gesellschaft.
„ Naturforschende Gesellschaft.
Bonn: Naturhistorischer Verein der preuss. Rheinlande und Westphalens.
Boston: Society of Natural History.
Bremen: Naturwissenschaftlicher Verein.
Brescia: Ateneo di Brescia.
Breslau: Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur.
Brünn: Naturforschender Verein.
Brüssel: Académie royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique.
„ Société entomologique de Belgique.
„ Société malacologique de Belgique.
„ Société royal de botanique de Belgique.
Budapest: Kön. ungarische Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.
„ Kön. ungarischer naturwissenschaftlicher Verein.
„ Kön. ungarische geologische Anstalt.
Cambridge: Philosophical Society.
Carlsruhe: Naturwissenschaftlicher Verein.
Cassel: Verein für Naturkunde.

Chemnitz: Naturwissenschaftliche Gesellschaft für Sachsen.
Cherbourg: Société nationale des sciences naturelles.
Christiania: Kön. Universität.
Chur: Naturforschende Gesellschaft Graubündtens.
Danzig: Naturforschende Gesellschaft.
Dorpat: Naturforscher-Gesellschaft.
Dresden: Kais. Leopoldinisch-Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher.
„ Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
„ Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis".
Dublin: The royal Dublin Society.
„ The Dublin University Biological Association.
Dürkheim: Pollichia.
Edinburg: Royal Society.
Erlangen: Physikalisch-medicinische Societät.
Florenz: Societá entomologica italiana.
Frankfurt a. M.: Physikalischer Verein.
„ Zoologische Gesellschaft.
„ Deutscher und österreichischer Alpenverein.
Freiburg: Gesellschaft zur Beförderung der Naturwissenschaften in Breisgau.
Fulda: Verein für Naturkunde.
St. Gallen: St. Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.
Giessen: Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
Göttingen: Kön. Gesellschaft der Wissenschaften.
Graz: Verein der Aerzte.
„ Akademisch-naturwissenschaftlicher Verein.
„ Steirischer Gebirgsverein.
„ K. k. st. Gartenbauverein.
Halle: Naturforschende Gesellschaft.
„ Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen.
Hamburg: Naturwissenschaftlicher Verein.
„ Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung.
Hanau: Wetterau'sche Gesellschaft für die gesammte Naturkunde.
Hannover: Naturhistorische Gesellschaft.
Harlem: Musée Teyler.
Heidelberg: Naturhistorisch-medicinischer Verein.
Hermannstadt: Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.
Innsbruck: Ferdinandeum.
„ Naturwissenschaftlich-medicinischer Verein.
„ Akademischer Verein der Naturhistoriker.
Jena: Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft.
Jowa: City University.
Kiel: Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein.
Klagenfurt: Naturhistorisches Landes-Museum von Kärnten.
Königsberg: Kön. physikalisch-ökonomische Gesellschaft.
Kopenhagen: Kön. Danske Videnskabernes Selskab.

Landshut: Mineralogischer Verein.
„ Botanischer Verein.
Lausanne: Société Vaudoise des sciences naturelles.
Linz: Museum Francisco-Carolinum.
„ Verein für Naturkunde in Oesterreich ob der Enns.
London: Royal Society.
Luxenburg: Société de Botanique du Grand Duche de Luxembourg.
Lüneburg: Naturwissenschaftlicher Verein für das Herzogthum Lüneburg.
Lyon: Académie des sciences, belles lettres et arts.
„ Société d'historie naturelle et des arts utiles.
Magdeburg: Naturwissenschaftlicher Verein.
Mailand: R. instituto lombardo di science, lettere et arti.
Mannheim: Verein für Naturkunde.
Marburg: Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften.
Modena: Societá dei naturalisti.
Moncalieri: Osservatorio del R. Collegio C. Alberto.
Moskau: Société impériale des naturalistes.
München: Kön. Akademie der Wissenschaften.
Neisse: Philomathia.
Neu-Brandenburg: Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg.
Neuenburg: Société des sciences naturelles.
New-York: American Museum of Natural History.
Nürnberg: Germanisches National-Museum.
„ Naturhistorische Gesellschaft.
Offenbach: Verein für Naturkunde.
Osnabrück: Naturwissenschaftlicher Verein.
Palermo: Societá degli spettroscopisti italiani.
Passau: Naturhistorischer Verein.
Pesaro: Osservatorio Meteorico-Magnetico Valerio.
Petersburg: Jardin imperial de Botanique.
Peterwardein: Wein- und Gartenbau-Gesellschaft.
Pisa: Societá toscana di scienze naturali.
Prag: Kön. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.
„ Naturwissenschaftlicher Verein „Lotos".
„ Verein böhmischer Mathematiker.
Pressburg: Verein der Naturkunde.
Putbus: Redaction der entomologischen Nachrichten.
Regensburg: Kön. bair. botanische Gesellschaft.
„ Zoologisch-Mineralogischer Verein.
Reichenberg: Verein für Naturkunde.
Rom: R. comitato geologico d'Italia.
Rouen: Academie nationale de Rouen.
Salzburg: Gesellschaft für Landeskunde.
Schaffhausen: Schweiz. entomologische Gesellschaft.
Schemnitz: Verein für Natur- und Heilkunde.
Stettin: Entomologischer Verein.

Stockholm: Kong. Svenska Vetenscaps Academien.
Stuttgart: Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg.
Triest: Societá Adriatica di Scienze naturali.
Ulm: Verein für Kunst und Alterthum in Ulm und Oberschwaben.
Venedig: R. instituto veneto di scienze, lettre et arti.
Verona: Academia d'agricoltura arti e commercio di Verona.
Washington: Smitsonian Institution.
Wien: Anthropologische Gesellschaft.
„ K. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.
„ K. k. Gartenbau-Gesellschaft.
„ K. k. geographische Gesellschaft.
„ K. k. geologische Reichsanstalt.
„ K. k. Hof-Mineralien-Cabinet.
„ K. k. zoologisch-botanische Gesellschaft.
„ Oesterreichische Gesellschaft für Meteorologie.
„ Verein zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse.
„ Redaction der „Kleinen Beiträge der Länder- und Völkerkunde Oesterreich-Ungarns."
Wiesbaden: Verein für Naturkunde in Nassau.
Würzburg: Physikalisch-medicinische Gesellschaft.
Zürich: Naturforschende Gesellschaft.

Berichte

über die

Vorträge in den Monatsversammlungen der Vereinsmitglieder.

Versammlung am 15. Jänner 1876.

Herr Dr. v. Klemensiewics sprach „Ueber den Blutkreislauf und das Blut des Menschen und der Wirbelthiere."

In einer kurzen Einleitung erläutert der Vortragende, dass die Bewegungserscheinungen und alle Lebensthätigkeiten des Menschen abhängig sind von den Nahrungsmitteln die wir geniessen und dem Sauerstoff der Luft den wir athmen und wie zur Erklärung dieser Thatsachen die Begriffe von Spannkraft, lebendiger Kraft und mechanischem Aequivalent der Wärme in der befriedigendsten Weise verwendet werden. Nach diesen einleitenden Worten folgt eine Erläuterung der Art und Weise wie es geschieht, dass Nahrungsmittel und Sauerstoff jedem Theile des menschlichen Körpers in genügender Menge zugeführt werden.

Die Einrichtung in unserem Körper, welche diese Bedingungen in ausgezeichneter Weise erfüllt, ist der Blutkreislauf-Apparat mit dem in ihm circulirenden Blute.

Dieser stellt ein System von geschlossenen Röhren dar, welches vom Herzen in der Form von grossen Canälen, Schlagadern genannt, ausgeht und sich vielfach verzweigend, alle Organe des menschlichen Körpers als ein äusserst feines Netzwerk feinster mit dem freien Auge nicht mehr sichtbarer Gefässchen durchzieht. Diese feinsten Gefässchen, welche man Haarröhrchen nennt, sammeln sich zu grösseren Gefässstämmen, den Blutadern, welche durch Zusammenfluss mehrerer kleinerer immer grössere bildend, als grosse Blutadern in das Herz einmünden. Das Herz selbst

ist ein musculöses Organ welches keine andere Aufgabe hat, als das Blut in fortwährender strömender Bewegung zu erhalten.

Durch ventilartige Vorrichtungen im Herzen wird die Richtung des Blutstromes bedingt.

In dieses blutführende System mündet einerseits ein Canalsystem welches vom Darm herkommend, mit den verdauten Nahrungsmitteln, dem Chylus, gefüllt ist, andererseits aber steht das Blutgefässsystem in directer Verbindung mit den Lungen, deren innerer lufterfüllter Hohlraum mit einem äusserst reichen Maschenwerk von Blutgefässen wie austapeziert ist.

Durch diese Einrichtungen gelangen erstens stets frische Brennmateriale, die Nahrungsmittel, ins Blut, andererseits wird der zur Verbrennung nöthige Sauerstoff in den Lungen aufgenommen. Die Eigenschaft des Blutes, den Sauerstoff aufzunehmen, ist aber eine ganz besondere.

Es ist Jedermann bekannt, der bei einem Aderlasse oder Schlachten eines Rindes zusah, dass das dabei ausfliessende Blut dunkelgefärbt ist, man pflegt sich auszudrücken, dass schwarzes Blut den Adern entströme. Solches Blut, welches man auch venöses nennt, da es aus den Blutadern (Venen) stammt, besitzt wenig oder gar keinen Sauerstoff, dafür enthält es aber in grosser Menge Kohlensäure, eine Gasart, welche gerade so wie bei der Verbrennung von Kohle oder Holz, auch bei der Verbrennung der Nahrungsmittel im Körper entsteht und von dem überall vorhandenen Blute aufgenommen wird.

Kommt solches dunkles kohlensäurereiches Blut aber mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung, so ändert sich sehr bald das Aussehen; es ist nicht mehr dunkelroth, sondern hell scharlachroth.

In der That kann man sehen dass das Blut nur kurze Zeit nach einem Aderlasse dunkel bleibt und sich rasch, besonders wenn man es in einer Schale schüttelt so dass recht viele Theilchen des Blutes mit der Luft in Berührung kommen, hell scharlachroth färbt. Ich zeige Ihnen dieses Experiment hier an einem Thierblute, welches künstlich durch Durchleiten von Kohlensäure venös gemacht wurde. Es leuchtet ein, von wie grosser Wichtigkeit diese Eigenschaft des Blutes ist, sich mit Sauerstoff begierig zu verbinden, die Kohlensäure aber abzugeben. Gerade dieser Vorgang findet ja in unseren Lungen statt, wo das von

den Körpertheilen zurückkehrende, mit Kohlensäure beladene Blut neuen Sauerstoff aufnimmt und die Kohlensäure abgibt, die dann durch die Ausathmung aus den Lungen entfernt wird.

Das Blut selbst, dem Anscheine nach eine gleichmässig roth gefärbte Flüssigkeit, stellt sich, unter dem Mikroskop betrachtet, doch als aus sehr verschiedenen Gebilden bestehend dar.

Man sieht eine grosse Anzahl rundlicher Gebilde in einer farblosen Flüssigkeit schwimmend. Die grösste Anzahl dieser rundlichen Körperchen ist scheibenförmig und röthlich gefärbt, die bei Weitem geringere Anzahl ist farblos und von sehr verschiedenartiger meist unregelmässig rundlicher Form. Die ersteren sind die sogenannten rothen, die letzteren die farblosen Blutkörperchen des Menschenblutes. Einem italienischen Forscher Marcello Malpighi gebührt die Ehre der Entdeckung der rothen Blutkörperchen, der zuerst im Jahre 1661 zu Bologna die Vergrösserungsgläser zur Untersuchung des Blutes anwendete. Die rothen Blutkörperchen besitzen bei verschiedenen Thieren eine sehr verschiedene Gestalt. Bei fast allen Säugethieren sind sie rundlich und scheibenförmig. Die Vögel, Amphibien und Fische besitzen auch scheibenförmige, aber ovale Blutkörperchen.

Diese rothen Gebilde des Blutes sind es nun, welche als Träger der stofflichen Bestandtheile des Blutes den ganzen Thierkörper auf der Bahn des Kreislaufapparates durchwandern und die Nährstoffe ebenso wie den Sauerstoff an allen Orten des menschlichen und thierischen Körpers zur weiteren Verwendung deponiren, um sich dann wieder mit Kohlensäure beladen zurück zu begeben nach jenen Stellen wo sie sich mit frisch aus dem Verdauungscanale angelangten Nahrungsmitteln und Sauerstoff versorgen, die Kohlensäure aber abgeben können.

So geläufig uns auch jetzt die Lehre vom Kreislauf des Blutes ist, so hat es doch von dem Momente seiner Entdeckung an lange Zeit gedauert, bis sich diese Thatsache allgemeine Anerkennung verschaffte.

William Harvey war es, der zuerst, gestützt auf jahrelange sorgfältigst angestellte Experimente anno 1619 die Lehre vom Blutkreislauf öffentlich vortrug. Seine Lehre erlitt vielfache Anfechtungen und musste sich die allgemeine Anerkennung noch zu Ende des vorigen Jahrhunderts erkämpfen.

Jetzt besitzen wir viele Hunderte von Beweisen, durch die wir die Wahrheit dieser Lehre bestätigen können. Der unzweifelhafteste von allen diesen ist wohl der, dass man im Stande ist, unter dem Mikroskope an einer durchsichtigen Stelle eines lebenden Thierkörpers das prächtige Schauspiel des Blutkreislaufs directe zu sehen.

Zu solchen Versuchen eignet sich besonders gut die Zunge oder die Schwimmhaut von Fröschen (rana temporaria). Man sieht dann das betreffende Gewebe durchzogen von einer grossen Menge von Canälen, welche von einem grösseren Stamme mit Blut gespeisst werden.

Betrachtet man einen solchen grösseren Stamm, so sieht man die Blutkörperchen als dunkelrothe Masse dem ganzen Gefässstamm erfüllend, stossweise mit grosser Geschwindigkeit vorwärts treiben. In den Aesten des Stammes vertheilt sich dann die Blutsäule und in den kleinsten Gefässen kann man die Blutkörperchen einzeln hintereinander sich vorwärts bewegen sehen.

Aus diesen Haargefässen strömen die Blutkörperchen wieder in die grösseren Venen zusammen, welches Schauspiel sich auch leicht verfolgen lässt.

Am Schlusse der Vorlesung wurde der Blutkreislauf in der Schwimmhaut eines lebenden Frosches demonstrirt. Das Thier auf einer Korkplatte präparirt war narcotisirt. Seine Schwimmhaut wurde durch das Kalklicht mittelst der Dubosque'schen Lampe beleuchtet und das durch ein Mikroskop von Hartnack stark vergrösserte Bild auf einem transparenten Schirm projicirt.

Versammlung am 19. Februar 1876.

Herr Prof. Anton Kautzner hielt einen Vortrag über: *„Die Geschichte und Bedeutung alter und neuer Masssysteme und Gradmessungen."* Der Bericht hierüber ist in ausführlicherer Weise den Abhandlungen eingereiht.

Versammlung am 11. März 1876.

Das Vereinsmitglied Herr Ferdinand Graf hielt einen Vortrag über die Vegetationsverhältnisse Dalmatiens.

Schon in Zara macht der Reisende die merkwürdige Erfahrung, dass jeder Dampfer, welcher von Norden kommt, als aus Europa, jener von Süden, und sei er nur von Ragusa, als aus Asien kommend, bezeichnet wird.

Wer dann das Festland Dalmatiens näher besehen hat, wird diesen Vergleich nicht unpassend finden, soferne er sich unter asiatischer Landschaft nicht etwa die Vegetationsfülle des malayischen Archipels oder jene beider Indien vor Augen hält, sondern die elende Gegenwart Klein-Asiens oder Palästinas, und gewiss wird der nordische Barbar, sobald er das Cap Promontore, Istriens südlichste Spitze, umschifft hat, eine neue, ich will nicht sagen schöne Welt, erblicken.

Bleiche Felsen tauchen als grössere oder kleinere Inseln aus der azurnen Fluth, auf welcher sich wieder schwimmende Wiesen von eigenthümlichem Grün abheben, bis wir endlich die Gestade des dalmatischen Festlandes erblicken. — Unsere Hochalpen bis zur rauhen Felsenbrust hinauf untergetaucht in die Meerestiefe, das gäbe ungefähr ein Bild jener grossartigen Landschaft, welcher das leuchtende Tagesgestirn alle Farbentöne verleiht, vom blendenden Weiss bis zum glühendsten Purpur, die leider aber der Farbe entbehrt, welche unsere heimatliche Flagge schmückt, des freundlichen Grün.

Gar leicht wird es der brandenden Welle, an Dalmatiens Fjorden Stück für Stück dem festen Boden abzuringen, wo ja der zähe Widersacher fehlt, der Baum mit seinen Jahrhunderten tragenden Wurzeln, der Wald, in dessen heiligen Schatten die Zukunft von Nationen und Reichen liegt.

Die Entwaldung des dalmatinischen Festlandes wird wie jene des Karstgebietes den Venetianern zugeschrieben; sie hätten das reichlich gewonnene Bauholz nicht nur verwendet zur Vollendung ihrer modernen Pfahlbauten und zur Zimmerung ihrer riesigen Gallionen, sondern sogar noch im Jahre 1608 dem Grosssultan gestattet, daselbst das zur Ausrüstung von 12 Linienschiffen erforderliche Holz zu schlagen. Letzteres klingt sehr unwahrschein-

lich, da es den Türken im Epirus, in den waldreichen Gegenden des Pindus schwerlich an Schiffbauholz gefehlt haben dürfte; aber auch Ersteres ist kaum denkbar, denn die schlauen Venetianer würden sich schwerlich früher an die Ausrottung der so steil gelegenen, schwer zugänglichen Hochwaldungen des Festlandes gewagt haben, so lange nicht das letzte Holz von den bequem gelegenen Inseln verschwunden war, die aber noch heute im üppigen Waldesgrün prangen, trotzdem die harzigen Bäume stark hergenommen werden als Leuchten bei dem dort üblichen, nächtlichen Fischfange.

Wer die Sitten und die Art der Kriegführung der Dalmatiner und ihrer Grenznachbarn, wer deren blutige Geschichte bis zur jüngsten Gegenwart herauf kennt, wird daher jener Version am meisten Vertrauen schenken, welche den Krieg auf den Grenzen und das damit stets verbundene Niederbrennen ganzer Waldcomplexe theils zu Angriffs-, theils zu Vertheidigungszwecken als Hauptursache der gänzlichen Entwaldung des dalmatinischen Festlandes erklärt, wird zugeben, dass nicht die Axt, sondern die Flamme es war, welche aus einst üppigen Forsten, wüste, wasserlose Steinkolosse geschaffen.

Und so unterscheidet sich denn auch die dalmatinische Inselflora in ihrem Gesammtbilde vor jener des festen Landes. Nur wenige der kleineren Inseln oder Scoglien sind kahl, wie z. B. die Bua bei Spalato, oder sind nur zum Theile oder mit dürftigem Waldwuchse versehen, wie Lissa oder Lesina, deren merkwürdigerweise als klimatischer Heilort gepriesene Hauptstadt, der Bischofsitz Lesina, sich gerade durch die Sterilität ihrer Umgebung besonders auszeichnet; während die grossen Inseln Melada, Curzola und Lagosta ausgedehnte Waldungen der Strandkiefer (Pinus maritima) aufzuweisen haben, wie nicht minder die drei kleinen Inseln, Angesichts des Hafen von Gravosa, Giuppana, Isola die Mezzo und Calamotta. So hübsch aber sich auch diese bewaldeten Inseln von der Ferne aus ansehen, so wenig dulden diese Wälder einen Vergleich mit jenen unserer Heimat; es fehlt ihnen eben nicht nur die Mannigfaltigkeit verschiedener Baumarten, sondern meist jedwedes Unterholz und vor Allem die schwellenden Moospolster, auf denen es sich so gut ruhen lässt.

Unvergleichlich schöner wird die Inselvegetation dort, wo jene der Mittelmeerzone in den Vordergrund tritt, wie namentlich auf La Croma, dem paradiesischen Eilande, dessen Name innig verknüpft ist mit dem Andenken an zwei ebenso hochherzige als unglückliche Fürsten, Richard Löwenherz und Kaiser Max von Mexico. Letzterer hat es verstanden, durch sorgfältige Cultur einen Theil der Insel zu einem anmuthigen Sammelplatz exotischer Gewächse zu gestalten, die keineswegs an Treibhauspflänzlinge erinnernd, in freier Luft üppig gedeihen und sicherlich mit ihren Stammverwandten in Australien und anderen Welttheilen an Kraft und Schönheit wetteifern. Wir wandern zwischen mächtigen Hecken von Pittosporum, besäet mit tausenden der wohlriechendsten weissen Blüthen, unter Camelienwäldern, unter den mächtig aufstrebenden schachtelhalmähnlichen Casuarinen; — die Araucarien haben es bereits zur Höhe unserer schönsten Fichten gebracht und wohin wir blicken, begegnen wir immer wieder neuen, kräftigen Erscheinungen einer fremden Pflanzenwelt. Aber nicht diese Musterkarte tropischer oder subtropischer Vegetationsformen fesselt uns zumeist an diese Insel, sondern gerade der nicht cultivirte Theil derselben, jene Abhänge, dicht bedeckt mit Wäldchen, die zusammengesetzt sind aus Lorbeer und Myrthe, aus dem Erdbeerbaume und dem baumartigen Haidekraut (Erica arborea) mit den Millionen und aber Millionen weissen Blüthenköpfchen, die rauhe Stechwinde (Smilax aspera) umschlingt und verschlingt die grünen Gebilde mit üppigen Guirlanden und macht sie zum undurchdringlichen Dickicht, bis wir wieder Oelgärten treffen, deren grasigen Boden die schönsten Anemonen Europas, die Anemone hortensis und A. caronaria schmücken.

Auch auf den steilen Bergesabhängen des Festlandes wiederholen sich ähnliche Formen, doch gewinnt die weniger schmucke Phyllyria dort meist das Uebergewicht über die Myrthe, und statt der anmuthigen Erica macht sich Wachholdergebüsch (Juniperus phoenicea und macracarpa) breit, es wuchert dort die dornige Wolfsmilch (Euphorbia spinosa) in mächtigen Büschen, und weite Strecken sind oft bedeckt mit stachlichem Ginster (Cytisus spinosus und Cytisus infectorius); dem Botaniker wird namentlich auf dem dalmatinischen Continente das Forschen sehr erschwert durch die vielen Steinmauern, welche die einzelnen

Campagnen abschliessen, ein durch eingefügte Glasscherben etc. unübersteigbarer Wall; doch sind es gerade wieder diese Mauern, welche in ihren Ritzen eine äusserst interessante Flora aufzuweisen haben, von welchen ich nur anführe den prächtigen Goldlack (heiranthus Cheiri) in Levkoje (Mathiala incana), den gelben und weissen Aspfedil (Apshodelus luteus und A. fistulasus) den Koppernstrauch, verschiedene Erdraucharten, den Umbillicus pendulinus und U. parviflorus, Glaucium luteum, die strauchartige Reseda, die eibischblättrige Winde mit silberglänzenden Blättern (Convulvulus althaecidis und C. tennissimus) u. s. w.

Prächtige Orchis- und Ophrys-Arten entspriessen dem mageren dünn besäeten Grasboden, denn Alles, was an landwirthschaftliche Cultur erinnert, scheint überhaupt kein Glück zu haben auf einem Boden, auf welchem aber wieder jedwedes sogenanntes Unkraut, kostbare Beute des Sammlers, in jeglicher Form kräftig gedeiht.

Haben wir endlich die Steinmauern im Rücken und wandern wir mühsam aufwärts an den steilen, steinigen Halden, so begegnen wir bald wieder für das dortige Florengebiet höchst charakteristischen Erscheinungen; Arten von Gattungen, die auch bei uns heimisch sind, sich aber specifisch wesentlich von solchen unterscheiden durch wolligen Ueberzug über Blätter und Stängel, wie z. B. die herrliche Centaurea ragusina am Mr. Marian, die Inala candida allüberall an felsigen Stellen, wollige Salbai-Arten, dichtbehaarte Berragineen u. s. w., durchwegs Planzen, deren haarige oder wollige Bedeckung ganz geeignet erscheint, jedes Atom von Thau- und Luftfeuchtigkeit an sich zu ziehen, um ihnen die Möglichkeit des Vegetirens in so trockenem Boden überhaupt zu gewähren.

Zu den Felsenpflanzen Dalmatiens gehört auch eine, welche in der Culturgeschichte dieses Landes eine bedeutende Rolle zu spielen berufen ist. Es ist dies das Chrysanthemum cinerariaefolium, eine unserer gemeinen Wucherblume nahe verwandte Pflanze, die von kräuterkundigen Weiblein längst schon als Präservativ gegen häusliche Insektenangriffe auf den Markt gebracht, erst durch den scharfsinnigen und industriellen Apotheker Drobaz in Ragusa zu einer Handelspflanze in des Wortes ganzer Bedeutung geworden ist.

Ueberall auf den steinigen Halden des Kreises Ragusa sieht man Felder angebaut mit diesen Pflanzen, deren gepulverte Blüten, Stengel und Blätter als echt persisches Insektenpulver von Zacherl in Tiflis die Reise um die Erde machen.

Mehr der Geschichte als der Gegenwart gehört eine andere Pflanze an, welche ich blühend an ihrem seltenen Standorte getroffen, den Mandragora vernalis, Alraunpflanze, welche unweit Stravznie am Fusse des Berges Snirsiza, seinen einzigen gegenwärtig bekannten Aufenthalt in den österr. Kronländern hat.

Für den an Vegetationsverhältnisse weniger Breitengrade gewöhnten Beobachter, oder für Jenen, der nur den meist cultivirten Heerstrassen der Touristen nachgezogen ist, mag die Flora Dalmatiens ein hochinteressantes Schauspiel gewähren, denn es überraschte mich stets und namentlich in den südlichen Theilen, wenn ich eine mit einer heimischen identischen Art entdeckte. Aber auch dem Nichtbotaniker muss jene Vegetation imponiren, in welcher als ihre vollendetsten Erzeugnisse Gruppen mächtiger Dattelpalmen hervortreten, die amerikanische Agave Blüthenschäfte bis zu 6 Meter Höhe treibt, und als undurchdringliche Pallisaden die Forts gegen Erstürmung schützen, wo die gelbe Fackeldistel (Opuntia nana) mit ihren wohlbewehrten fleischigen Blättern den Wanderer die Wege unzugänglich macht.

Tausende unserer Landsleute stehen jetzt zu anderen als botanischen Zwecken auf dem vulkanischen Boden dieses schönen Landes, das Oesterreich für immer erhalten bleiben möge im Interesse seiner Macht, in dem noch höheren, der Wissenschaft.

Versammlung am 1. April 1876.

Professor Buchner hielt den angekündeten Vortrag über chemische Metamorphosen.

Der Vortragende sprach zunächst über die Materie, welche in ihrer wägbaren Form aus Grundstoffen oder Elementen besteht, deren Kenntniss und Combinationsfähigkeit das Wesen der Chemie bildet; begründete dann die Ansichten über die Gruppirung der kleinsten Theilchen oder Atome. Als eine wesentliche Eigenschaft der Materie wurde ferner die Unerschaffenbarkeit und Unver-

wüstbarkeit des Stoffes betont, aus den verschiedenen Bewegungszuständen die Veränderungen — Metamorphosen abgeleitet. Es wurde insbesondere hingewiesen, auf die Veränderungen, welche innerhalb der Materien ohne Aenderung der Zusammensetzung vor sich gehen, welche man molecular nennen kann. Dann wurden die eigentlichen chemischen Prosesse besprochen, als deren Resultat die gänzliche Veränderung in den Eigenschaften der Körper erscheint. So wurde zunächst der allotropischen Zustände der Elemente, des Sauerstoffs, Phosphors, Schwefels, Kohlenstoffs gedacht, dann die moleculäre Veränderung des Quecksilberjodids erwähnt und gleichzeitig diese Umwandlung vorgenommen und gezeigt; dann die Wirkung des Lichtes, der Electricität und Wärme auf verschiedene Körper besprochen, Wasser und Amoniak durch den electrischen Strom zerlegt, und Sauerstoff ozonisirt. Darauf folgten Versuche, die Oxidationserscheinungen zu demonstriren, es wurde Stickstoffdioxyd oxidirt und die durch Wasser erfolgende Zersetzung gezeigt. die Verbrennung und Entstehung reciproker Flammen erklärt, endlich Reductionsprocesse an verbranntem Kupfer, an Wolframsäure und Indigoblau ausgeführt.

Versammlung am 6. Mai 1876.

Professor Rollett bespricht die Geschichte der Entdeckung der von Muskeln und Nerven abzuleitenden electrischen Ströme welche er der Versammlung am Schlusse des Vortrages zu demonstriren beabsichtigt.

Der Vortragende geht dabei auf die Entdeckung des Galvanismus, welche mit der ersteren zusammenfällt und diese beinahe vergessen zu machen drohte; auf den Streit zwischen Galvani und Volta, auf die Entdeckung der Contastelectricität durch den Letzteren und den endlichen Sieg der von Galvani anfänglich grundlos gemachten, im Verlaufe seines Streites mit Volta abermals begründet nachgewiesenen Annahme einer thierischen Electricität. Dann werden die glänzenden Entdeckungen de Bois-Reymond's auf dem Gebiete der letzteren angeführt und sofort zur Demonstration thierisch-electrischer Ströme geschritten, welche objectiv mittelst des gut anastasirten und aperiodisch gemachten Magneten einer Spiegelboussole vorgenommen werden,

dessen Spiegel das Bild eines leuchtenden Spaltes über den ganzen Saal auf eine sehr grosse, den Zuhörern gegenüber im Auditorium angebrachte Scale wirft, so dass die Ablenkungen des Magnetes an den Ausschlägen der leuchtenden Linie auf jener Scale wahrgenommen werden, während gleichzeitig alle Manipulationen des Experimentator's auf dem Vorlesetisch genau von den Zuhörern verfolgt werden können.

Versammlung am 18. Juni 1876.

Herr Director, Professor Dr. Töpler hielt im Hörsaale des neuen physikalischen Institutes der k. k. Universität einen Experimentalvortrag über das Sonnenspectrum, über Polarisations- und Fluoreszenz-Erscheinungen, und gab zum Schlusse dem zahlreich versammelten Publikum Gelegenheit, das physikalische Institut zu besichtigen.

Nach einer Einleitung, in welcher der Vortragende die Verrichtungen im Hörsaale zum Experimentiren mit directem Sonnenlichte erläuterte, zeigte derselbe das Sonnenspectrum, die Frauenhofer'schen Linien und die Absorptionsspecta und erklärte das Vorhandensein unsichtbarer Strahlen über das ultraviolette Spectrum hinaus. Es wurden dann die Phänomene der chromatischen Polarisation und der Circularpolarisation objectiv dargestellt, endlich die Fluoreszenz und die prismatische Zerlegung der Fluoreszenzfarben gezeigt.

Versammlung am 28. October 1876.

Herr Professor Dr. Standfest hielt einen Vortrag über die Entstehung der Gebirge:

Der Vortragende bespricht zunächst die älteren Ansichten über Gebirgsbildung, in welchen Hebungen durch vulkanische Kräfte die Hauptrolle spielen. Er weist nach, dass die Gesteine, durch deren Empordringen die Gebirge nach jenen Ansichten aufgerichtet wurden (die sogenannten kristallinischen Gesteine), meist gar nicht eruptiver Natur sind und dass, selbst wenn man den Granit als Eruptivgestein gelten lässt, das verhältnissmässig beschränkte Vorkommen desselben mit den grossartigen Wirkungen,

die ihm zugeschrieben werden müssten, nicht in Einklang zu bringen ist.

Die vulkanischen Erscheinungen sind überhaupt eher als Folgen denn als Ursachen der Gebirgsbildung anzusehen, indem die unbestritten vulkanischen Gesteine nur die durch die Gebirgsbildung entstandenen Spalten der Erdrinde benützten, um an die Oberfläche zu treten.

Auch die Theorien, welche von Syell, Bischof, Volger, Moter u. a. aufgestellt worden, sind, weil mit chemischen und physikalischen Gesetzen theilweise im Widerspruch, zur Erklärung nicht geeignet.

Da man somit um eine Kraft, welche durch vertikalen Druck nach aufwärts die Hebungen veranlasst haben könnte, in Verlegenheit ist, so muss die Annahme einer seitlichen Kraft zur Erklärung der Gebirgsbildung als ein wesentlicher Fortschritt bezeichnet werden.

Die Alpen, welche durch ihren scheinbar symetrischen Bau die älteren Ansichten über Gebirgsbildung zu bestätigen schienen, sind nach den ausgezeichneten Darlegungen Suess's durchaus nicht symetrisch, sondern einseitig gebaut und daher sehr geeignet eine Vorstellung von der Aufrichtung eines Gebirges durch seitlichen Druck zu geben. Für die Einseitigkeit der Alpen sprechen ausser den durchgreifenden Verschiedenheiten zwischen der nördlichen und südlichen Nebenzone, von welcher letzteren man überhaupt nur in den Ostalpen sprechen kann, auch das Vorhandensein einer zweiten, wenn gleich nur sehr unbedeutenden Centralkette und ganz besonders die Zertheilung ihres Ostendes ein eine Reihe fächerförmig aus einander tretender, einseitiger Gebirgsketten. Durch die Annahme eines im allgemeinen nördlich gerichteten, seitlichen Druckes als Ursache der Aufrichtung der Alpen, findet noch eine Reihe anderer Erscheinungen, unter denen namentlich die Stauung der Alpenkette an dem uralten Massiv des Böhmerwaldes zu erwähnen ist, ihre befriedigende Erklärung.

Sowie für die Alpen lässt sich der einseitige Bau auch für die meisten anderen Gebirge Europa's, Amerika's und Asien's nachweisen, nur scheint im östlichen Asien der seitliche Druck nicht nach Norden sondern nach Süden gerichtet gewesen zu sein.

Uebergehend auf die Erörterungen, welche das Wesen

dieser horizontalen Kraft zum Gegenstande haben, bespricht der Vortragende die zur Zeit geläufigen Ansichten über die Entstehung unseres Planeten und zeigt, wie die Erstarrung der Erdrinde durch Abkühlung trotz der noch über dem Schmelzpunkt befindlichen Temperatur und des dadurch bedingten flüchtigen Zustandes des Erdinnern physikalisch ganz gut erklärbar sei.

In Folge der immer weiter fortschreitenden Abkühlung müssen jedoch Contractionen sowohl der festen Erdrinde, als auch des flüssigen Erdkernes stattfinden und diese Contractionen reichen zur Erklärung des horizontalen Druckes vollkommen aus. Durch die in Folge der Zusammenziehung entstandenen Risse und Spalten der Erdrinde wird diese in bewegliche Schollen zerlegt, von denen einige auf den, vermöge seiner flüssigen Natur sich stärker contrahierenden Erdkern hinabsinken und dadurch Veranlassung zur Bildung von Meeresbecken geben, zugleich aber auch auf die stehenbleibenden Schollen einen ungeheuren seitlichen Druck ausüben, wodurch Aufrichtungen und Faltungen der Ränder derselben bewirkt werden. In der That finden sich die meisten und bedeutendsten Gebirgsketten in der Nähe der Meeresküsten und alle zeigen eine Richtung des Streichens, die unverkennbar von der Richtung der benachbarten Küste abhängig ist.

Versammlung am 18. November 1876.

Herr Professor v. Ebner hielt im physiologischen Institut einen Vortrag über die Entwicklungsgeschichte des Auges der Wirbelthiere.

An der Hand schematischer Zeichnungen erläutert der Vortragende zunächst die Keimesgeschichte des Wirbelthierauges, und demonstrirt hierauf mit einer Dubosq'schen Kalklichtlampe in Verbindung mit einem Hartnack'schen Mikroskope eine Reihe mikroskopischer Präparate.

An Durchschnitten von Hühnerembryonen werden die drei Keimblätter, die Bildung des Nervenrohres, der Hirnblasen, der primären und secundären Augenblase gezeigt. Die Linseneinstülpung und die Bildung der secundären Augenblase wird ausser vom Hühnerembryo auch von Embryonen des Frosches und des Schafes vorgeführt. Zur Erläuterung der Bildung der Augenblasen-

spalte dient ein Präparat vom Frosche. Durchschnitte der Augen von Schafembryonen zeigen, dass das innere Blatt der secundären Augenblase sich als Netzhautanlage stark verdickt, während das äussere Blatt zur Pigmentschicht der Netzhaut wird. Die Anlage der Gefässhaut mit dem Strahlenkörper und der Regenbogenhaut, sowie die Differenzirung der harten Augenhaut aus dem mittleren Keimblatte und die erste Bildung der Augenlider als Hautfalten werden ebenfalls an Durchschnitten von Schafembryonen erläutert.

Der Vortragende wendet sich hierauf zur Stammesgeschichte des Wirbelthierauges und setzt auseinander, wie man sich nach der Descendenzlehre die allmählige Entstehung auch der höchsten Sinnesorgane aus sehr primitiven Einrichtungen zu denken habe. Der zuerst entstandene Theil des Auges ist selbstverständlich derjenige, der die Lichtempfindung vermittelt, derjenige also, aus dem die Netzhaut mit den Sehnerven hervorging. Alle anderen Theile, der lichtbrechende Apparat etc., sind sicher später hinzugekommen. Charakteristisch für den nervösen Endapparat des Wirbelthierauges ist die Entwicklung desselben vom Gehirne aus. Es ist daher zu vermuthen, dass bei den ersten Wirbelthieren ein Theil des Gehirnes selbst direct lichtempfindend war. In der That muss man beim niedrigsten jetzt lebenden Wirbelthiere, dem Lanzettfischchen, das vordere mit einem Pigmentflecken versehene Ende des Nervenrohres als Auge betrachten. Zwar hat Hasse beim Lanzettfischchen andere Augen finden wollen, nämlich zwei flache pigmentirte Oberhautgrübchen, welche durch Nervenfasern mit dem Nervenrohre in Verbindung stehen. Wäre die Behauptung Hasse's richtig, so würde der nervöse Endapparat des Auges hier zunächst unabhängig vom Gehirne, nämlich von der Oberhaut aus entstehen, wie diess bei anderen Sinnesorganen, z. B. bei Ohr und Nase, in der Keimesgeschichte aller Wirbelthiere der Fall ist. Allein gerade das Auge nimmt in der Keimesgeschichte der Sinnesorgane der Wirbelthiere eine Ausnahmsstellung ein, indem sich sein nervöser Endapparat nicht direct aus der Oberhaut, sondern aus dem Vorderhirne bildet. Wäre also das von Hasse als Auge des Lanzettfischchens angesehene Hautgrübchen wirklich ein Auge, so wäre dasselbe mit dem Auge der anderen Wirbelthiere nicht zu vergleichen.

Aus der Reihe der Wirbelthiere wird noch kurz das Auge der Myxinen besprochen, das bereits eine secundäre Augenblase zeigt, die durch den Sehnerv mit dem Gehirne sich verbindet und von einer Gefässhaut umgeben ist. Das Auge liegt unter der Haut und besitzt eine Glaskörperanlage, aber keine Linse. W. Müller zieht daraus den Schluss, dass der Glaskörper eine ältere Bildung ist, als die Linse. Auf weitere Einzelheiten der Stammesgeschichte des Wirbelthierauges geht der Vortragende wegen vorgerückter Zeit nicht mehr ein, erläutert aber schliesslich noch am Auge der Tintenfische den Unterschied von Homologie und Analogie, dieser Grundbegriffe wissenschaftlicher Thierzergliederung. Bekanntlich hatte Mivart gegen Darwin darauf hingewiesen, dass die Tintenfische und die Wirbelthiere, obwohl sie sonst keine systematische Verwandtschaft zu einander haben, doch sehr ähnlich gebaute Augen besitzen. In der That haben die Augen der Sepien eine Hornhaut, eine Regenbogenhaut, eine Linse, eine Netzhaut u. s. w., welche in manchen Stücken den ebenso benannten Theilen der Wirbelthieraugen ähnlich sind. Die beiderlei Augen sind auch sicher nach demselben functionellen Schema gebaut, nämlich so, dass durch einen brechenden Apparat auf eine aus mosaikartig angeordneten Nervenendigungen bestehende lichtempfindende Fläche (Netzhaut) ein Bild entworfen wird, dessen Einzelheiten zur Empfindung kommen. Zieht man aber die Keimesgeschichte zu Rathe, so zeigt sich, dass die beiderlei Augen in gänzlich verschiedener Weise sich entwickeln, wie der Vortragende an einem schematischen Bilde erläutert. Die Netzhaut der Tintenfische bildet sich unabhängig vom Centralnervensystem als Säckchen von der Oberhaut aus, aus dessen vorderer Wand ausserdem noch ein Theil der Linse hervorgeht. Regenbogenhaut und Hornhaut entstehen aus Hautfalten, ähnlich wie bei den Wirbelthieren die Augenlider. Die Augen der Tintenfische und der Wirbelthiere sind also bloss analog, weil sie ähnlich functionirende Organe sind; sie sind aber nicht homolog, weil sie aus ganz verschiedenen embryonalen Anlagen sich entwickeln. Dadurch wird auch begreiflich, dass die beiden Sehapparate trotz der auffallenden Aehnlichkeit ihrer mechanischen Einrichtung, in den Einzelheiten des anatomischen Baues grosse Verschiedenheiten zeigen.

Bericht

über die

Jahres-Versammlung am 30. December 1876.

Der Präsident Herr Professor Dr. Leitgeb eröffnete die Versammlung mit Bekanntgabe der Tagesordnung, worauf der Vereins-Secretär Professor M. Buchner den Geschäftsbericht und der Rechnungsführer Oberingenieur Dorfmeister den Cassabericht mittheilte. Hierauf wurden über Vorschlag von mehreren Professoren der technischen Hochschule, Herr Prof. Dr. Töpler in Dresden, und über Vorschlag der Vereinsdirection Herr Professor Dr. Graber in Czernowitz, beide in Würdigung ihrer Verdienste um den naturwissenschaftlichen Verein von der Jahresversammlung zu Ehrenmitgliedern ernannt.

Nun wurde die Wahl des Präsidiums und der Vereinsdirection vorgenommen; das Scrutinium, von Herrn I. v. Miskey und G. Dorfmeister besorgt, ergab folgendes Resultat: Präsident: Herr Prof. Dr. von Ebner, Vicepräsidenten: Dr. Schulze und Dr. Wilhelm, Secretär: Herr Prof. Dr. M. Buchner, Rechnungsführer: Herr k. k. Oberingenieur Dorfmeister, Directionsmitglieder: die Herren Professoren Dr. A. v. Ettinghausen, Dr. K. Friesach, J. Rumpf und Dr. Fr. Standfest.

Hiemit war der geschäftliche Theil der Jahresversammlung erlediget, und hielt der Vereinspräsident, Herr Professor Dr. Leitgeb, den angekündigten Vortrag über mechanische Anpassungen im Pflanzenreiche.

Geschäfts-Bericht

für das Jahr 1876.

Der naturwissenschaftliche Verein entfaltet, könnte man sagen, eine zweifache Thätigkeit; die eine, durch welche der Verein nach Aussen hin vertreten wird, gilt vorwaltend den Vereinsmitgliedern durch Abhaltung von Vorträgen und Herausgabe der Mittheilungen gekennzeichnet; die andere hingegen bezieht sich auf die Durchforschung des Landes in naturwissenschaftlicher Richtung und auf Unterstützung von öffentlichen Bildungs- und Unterrichtsanstalten durch Lehrmittel und literarische Behelfe.

Was nun das Vereinsleben nach Aussen betrifft, so haben in diesem Jahre 10 allgemeine Versammlungen stattgefunden, in welchen Vorträge von den Herren Dr. Klemensiewics, Prof. Kautzner, Ferd. Graf, von den Professoren Buchner, Rollett, Töpler, Standfest, von Ebner und Leitgeb abgehalten wurden, Referate über dieselben finden sich in den Vereinsmittheilungen des Jahrgangs 1876; derselbe enthält ausserdem noch Abhandlungen der Herren Professoren Dr. Leitgeb, Friesach, Kautzner und Rumpf. Um das Interesse der Mitglieder für die Naturforschung im Allgemeinen zu beleben und einen regeren Verkehr unter den Vereinsmitgliedern anzubahnen, veranstaltete der Verein, wie in früheren Jahren, eine Excursion, deren Ziel der als Aussichtspunkt treffliche und seiner Flora wegen bekannte Pleschkogel in der Nähe von Rein war. Herr Prof. Dr. Standfest hielt auf der Höhe des Pleschkogels einen, die geologischen Verhältnisse erläuternden Vortrag, der von Seite der Anwesenden alle Anerkennung fand.

Ungeachtet der nicht sehr günstigen Witterung war die Betheiligung von Seite der Mitglieder eine ziemlich zahlreiche.

Hinsichtlich der inneren Thätigkeit des Vereines sei zu berichten, dass die laufenden Geschäfte in 10 Directionssitzungen erledigt wurden. Die über Anregung des Herrn Prof. Dr. Wilhelm und mit Unterstützung des hohen k. k. Ackerbauministeriums zu errichtenden Regenfallstationen im Lande, deren schon im vorjährigen Berichte Erwähnung geschah, sind nun zum Theile schon mit den erforderlichen Regenmesser-Instructionen und Drucksorten versehen, die definitive Constituirung der übrigen in Ausführung begriffen, so dass gegründete Hoffnung vorhanden ist, dass mit Beginn des Jahres 1877 an 20 Stationen vollkommen eingerichtet, ihre regelmässigen Beobachtungen beginnen können; den grössten Theil der Mühewaltung hiefür hat Herr Prof. Dr. Wilhelm mit anerkennenswerthem Eifer auf sich genommen, wofür der Dank des Vereines ausgesprochen wird. — Herr Baurath Liebich in Liezen, Herr Oberwardein Ullepitsch in Triest und noch andere Naturfreunde haben dem Vereine namhafte Geschenke an Naturalien übermittelt; dieselben wurden zum grösseren Theile hiesigen staatlichen Landes- und städtischen Unterrichtsanstalten überlassen, ein Theil ist noch für Winter-Bedürfnisse reservirt geblieben.

Der hohe steiermärkische Landtag hat für die Jahre 1876 und 1877 eine Jahressubvention von 300 fl. gewidmet, in Anerkennung der erspriesslichen Wirkung des Vereines, welcher sämmtliche literarischen Erwerbungen, die im Verkehre mit 189 wissenschaftlichen Gesellschaften und Corporationen dem Vereine zukommen, der Joanneumsbibliothek mit Verzicht auf das Eigenthum überlässt.

Der Verein betheiligte sich auch über Einladung der Société Linnéenne zu Caen in der Normandie an der Errichtung eines Denkmales für den berühmten Geologen Elie de Beaumont durch Uebersendung eines theils im Subscriptionswege erhaltenen, theils durch die allgemeine Versammlung votirten Geldbetrages.

Die Zahl der Vereinsmitglieder ist im verflossenen Jahre leider wieder beträchtlich zurückgegangen, indem theils durch Todesfälle und Domicilveränderungen eine Anzahl von Mitgliedern dem Vereine entzogen wurden, theils durch die andauernd misslichen

wirthschaftlichen Verhältnisse nicht Wenige sich veranlasst sehen, dem Vereine ferne zu bleiben. Ungeachtet des Eintrittes mehrerer neuer Mitglieder hat sich der Mitgliederstand um 22 vermindert, so dass mit Schluss des Jahres 1876 390 gegen 412 des Vorjahres verbleiben.

Der Verein hat den Tod seines Ehrenmitgliedes Hofrath von Jellinek, des correspondirenden Mitgliedes Regierungsrathes Dr. Redtenbacher und des bei Gründung des Vereines thätigen ordentlichen Mitgliedes Gubernialrathes Dr. Streinz zu beklagen.

Abhandlungen.

Ueber verzweigte Moossporogonien.

Von **H. Leitgeb.**

Mit 1 Tafel.

Verzweigte Laubmoossporogonien wurden schon zu wiederholten Malen beobachtet: So fand Röse*) bei Hypnum triquetrum auf einem Fruchtstiel eine Doppelbüchse. Diese bestand aus zwei an der Basis noch mit einander verwachsenen Büchsen, von denen aber jede vollständig ausgebildet war, und auch ihr vollständiges Peristom trug.

Eine ganze Reihe hieher gehöriger, von Bruch beobachteter Fälle theilt Gümbel**) mit. Für Polytrichum juniperinum zeigt seine Abbildung (Taf. XXIX Fig. 1) zwei vom Grunde an getrennte Seten, jede in eine Kapsel endigend, die aber beide noch unter der gemeinsamen Calyptra stecken. Er berichtet ferner (pag. 651), dass Bildungen beobachtet worden wären, die darin etwas abweichen, dass eine der beiden Kapseln in Folge eines geringeren Wachsthumes der Seta von der andern früher oder später zurückgelassen und dadurch nackt wurde, dabei aber auch nur kümmerlich sich ausbilden konnte. In andern Fällen trat in der Seta erst später eine Zweitheiligkeit ein und es wurden zwei Kapseln gleichsam von zwei verwachsenen Seten getragen. Eine solche Bildung zeigt für Hypnum pseudoplumosum die Fig. 2 der Tafel XXIX, während Fig. 3, eine Zwillingskapsel von Mnium serratum darstellend, die Kapseln zwar getrennt, die Seta jedoch der ganzen Länge nach einfach zeigt. Ein bei Bryum argenteum beobachteter Fall ist in Fig. 4 dargestellt. Die Seta ist durchaus einfach und ebenso der Grund (Hals) der Doppelkapsel, die aber in ihren Auszweigungen vollkommen von einander getrennte Sporenräume zeigt; ein Fall, der sich offenbar enge an den von Röse beobachteten anschliesst.

---

*) Botanische Zeitung, 1852, pag. 410.

**) Der Vorkeim. N. A. A. C. L. Vol. XXIV. P. 2.

Drei Fälle von „Syncarpie“ theilte ferner Le Dien in der „Société botanique de France“ *) mit, die er bei Trichostomum rigidulum und einem anderen nicht weiter benannten Moose beobachtete. In dem einen Falle waren die beiden Kapseln durchaus gleich und sehr regelmässig ausgebildet; in den beiden andern Fällen zeigte sich die Eigenthümlichkeit, dass in dem einen die eine der Kapseln seitlich inserirt war, während in dem andern eine kleinere Kapsel der grösseren aufsass.

Die von Bescherelle**) bei Bryum atropurpureum beobachtete Anomalie bestand darin, dass die beiden Kapseln eine durchaus einfache Seta („coalescence complète de la tige“) zeigten, während der Kapselhals nur theilweise beiden gemeinsam war. Die beiden über einander stehenden Kapseln waren durchaus gleich ausgebildet, nur war die höher stehende etwas kleiner.

Eine ganz ähnliche Bildung hatte schon früher Schimper***) bei Anomodon attennatus beobachtet.

Auch Pfeffer†) beschreibt eine ganz ähnliche bei Bryum versicolor beobachtete Bildung und betont, dass die Seta bei gewöhnlicher Länge und Dicke auch im Baue sich nicht von einer einfachen Seta unterscheide. Ihr Querschnitt (Fig. A 3) zeigt, dass der Centralstrang durchaus central liegt, und dieselbe Ausdehnung hat, wie bei den Fruchtstielen normaler Früchte dieses Mooses. Die beiden Kapseln zusammengenommen sind grösser, jede einzelne jedoch kleiner als die gewöhnlichen Früchte. Auch sind die beiden Kapseln an Grösse etwas verschieden; beide aber sind mit ganz vollständig ausgebildetem Peristome versehen, wie sie auch ganz mit Sporen angefüllt waren.

Noch interessanter ist die Anomalie, die Pfeffer (l. c.) bei Bryum pallens beobachtete: An der Spitze einer durchaus einfachen Seta hatten sich drei Kapseln ausgebildet. Die Eine davon war wenig kleiner als die normalen Kapseln und diesen vollkommen gleich entwickelt. An ihrem Grunde aber war weiters eine Zwillingskapsel inserirt. Diese bestand wieder aus zwei der

*) Bulletin de la société . . . Tom. VIII. Der Band ist mir nicht zur Hand und ich citire nach Bescherelle.

**) Bulletin de la société bot. de France 1865. Tom. XII. pag. 291.

***) Bulletin de la soc. bot. de France. Tom. VIII (Nach Bescherelle).

†) Jahresbericht der Naturforsch. Ges. Graubündens. Heft XIII 1868.

ganzen Länge nach mit einander verwachsenen kleineren Kapseln. An allen 3 Kapseln waren die Deckel und ebenso die Peristome völlig normal ausgebildet und ebenso hatte jede derselben vollkommen keimfähige Sporen entwickelt. Auch hier betont Pfeffer, dass die Seta nur einen Centralstrang zeigte.

Ich erhielt durch die Güte des Herrn Breidler eine Doppelfrucht von Hypnum incurvatum, die er im vorigen Jahre bei Judenburg in Steiermark auffand. Ich gebe in Fig. 4 eine Abbildung dieser Anomalie: Die bis an die Spitze hin einfache Seta steckt noch in der normal entwickelten Vaginula, an derem Grunde deutlich die abgestorbenen Archegonien sichtbar sind. An der Spitze ist sie gespalten und beide Zweige, die aber an Länge ungleich sind, tragen normal ausgebildete Kapseln.

Schon aus diesen bis jetzt angeführten Fällen ergibt sich, dass Doppelfrüchte bei Laubmoosen nicht gar so selten sind. Wenn wir nun aber zu diesen noch jene rechnen, die nach Bescherelle*) noch weiter beobachtet wurden, so erhalten wir eine ganz stattliche Anzahl von, den verschiedensten Abtheilungen angehörigen Moosen, was um so bemerkenswerther ist, als bei der Kleinheit der meisten diesbezüglichen Objecte deren Auffindung denn doch immer nur Sache des Zufalles ist.

Ich gebe im Nachstehenden eine Zusammenstellung jener Moose, bei denen Doppelfrüchte beobachtet wurden:

Anomodon attenuatus.
Brachythecium plumosum.
Bryum argenteum.
„ atropurpureum.
„ caespiticium.
„ pallens.
„ versicolor.
Buxbaumia indusiata.
Camptothecium lutescens.
Diphyscium foliosum (N. J. C. Müller).
Hypnum triquetrum.
„ incurvatum.
„ pseudoplumosum.

*) L. c. Wahrscheinlich von Schimper an dem oben citirten Orte erwähnt.

Mnium serratum (2mal beobachtet).
Polytrichum juniperinum.
Splachnum vasculosum.
Trichostomum rigidulum.

Ueber die Entstehung dieser Bildungen wurden von den Beobachtern die verschiedenartigsten Vermuthungen ausgesprochen. Le Dien meint, sie würden bewirkt durch das Eindringen zweier Spermatozoïden in das Innere eines Archegoniums oder vielleicht durch das Vorhandensein zweier Eizellen in einem Archegonium, für welch' letztere Vermuthung auch Brogniart eintrat. Schimper hingegen nimmt eine Verwachsung zweier, verschiedenen Archegonien angehöriger Keime an und wird in dieser Ansicht auch von Bescherelle unterstützt. Gegen beide letztere Ansichten spricht sich Pfeffer aus, und betont mit Recht, dass, wollte man annehmen, dass mehrere Eizellen in einem Archegonium entstanden wären und befruchtet sich weiter entwickelt hätten, denn doch die Verwachsung der jungen Sporogonien in einem anomalen Bau der in die Verwachsung einbezogenen Theile ihren Ausdruck hätte finden müssen; dass also der normal jede Seta durchziehende Centralstrang in der gemeinsamen Seta, wenn auch nicht doppelt vorhanden (und die beiden Stränge durch Parenchymlagen getrennt), zum mindesten einen grösseren Durchmesser zeigen müsste. Wollte man aber annehmen, dass die Eizellen verschiedener Archegonien an der Bildung der Doppelfrucht sich betheiligt hätten, so wären die Schwierigkeiten noch grösser. Pfeffer nimmt vielmehr an, es wäre an einem in Entwicklung begriffenen Sporogon durch äussere Einflüsse (Frost) der Vegetationspunkt beschädigt worden, und es hätten dann laterale Zellen die Rollen von Vegetationspunkten übernommen; er vertritt also im Wesentlichen die Ansicht, dass die Doppelfrucht aus einer einzigen Eizelle hervorgehe.

Ich stimme dieser Deutung vollkommen bei, halte also die Doppelfrüchte als durch Verzweigung ursprünglich einfacher Sporogonanlagen entstanden, wobei dann die Auszweigung (die als Endverzweigung aufgefasst werden müsste) in verschiedenen Entwicklungsstadien des Sporogons und so lange, als überhaupt an denselben Spitzenwachsthum stattfindet, erfolgen könnte. So erklären wir uns auf die einfachste und natürlichste Weise den

von Pfeffer constatirten einfachen Bau der gemeinschaftlichen Seta und in gleicher Weise spricht dafür die Beobachtung Bruch's, der bei Polytrichum juniperinum die beiden Kapseln, deren der ganzen Länge nach getrennte Seten nur am Grunde vereinigt waren, von einer gemeinsamen und normal gebildeten Calyptra bedeckt fand. Wir werden in dieser Annahme um so mehr bestärkt, wenn wir erwägen, in welcher Weise das Wachsthum der Sporogonien von ihrem ersten Entwicklungsstadium an bis zur Anlage der Kapsel sich vollzieht: Nach einer oder mehreren im Embryo auftretenden Quertheilungen übernimmt die Entwicklung des ganzen Sporogons (Kapsel + Seta) die Spitzenzelle, während die durch die Querwände abgeschnittenen Zellen als (wenigstens morphologisch) unwesentlicher Anhang am Grunde der Seta verbleiben, an der Bildung der letzteren sich gar nicht betheiligen, in der Regel bald zerdrückt werden und zu Grunde gehen. Die Spitzenzelle theilt sich nun durch längere Zeit nach dem Typus einer zweischneidigen Scheitelzelle.

Die ersten so entstehenden Segmente bilden den Fuss, die späteren die Seta und erst kurz vor Aufhören des Spitzenwachsthumes werden einige Segmente zur Anlage der Kapsel abgeschnitten. Wir könnten nun annehmen, dass die Anlage zur Verzweigung vor Beginn der zweiseitigen Segmentirung, so lange der Embryo also noch aus einer Zellreihe besteht, stattfände, und zwar in der Weise, dass vorerst seine Spitzenzelle durch eine Längswand halbirt werde, und dass dann erst in den so gebildeten Hälften unabhängig von einander die ersten schiefen Theilungen auftreten würden. Da wir nun aber wissen, dass auch schon der Fuss der Seta aus der Scheitelzelle durch schiefe Theilungen angelegt wird, so könnte in diesem Falle seine Anlage erst nach der Gabelung des Vegetationspunktes erfolgen, und die Seten müssten durchaus von einander getrennt sein. Ein solcher Fall ist aber bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Alle Doppelfrüchte hatten entweder die ganze Seta oder nur einen grösseren oder geringeren Theil derselben gemeinsam. Es folgt daraus, dass die Verzweigung (wenigstens für die bis jetzt beobachteten Fälle) innerhalb jenes Entwicklungsstadiums fallen muss, während welchem dasselbe mittelst zweischneidiger Scheitelzelle in die Länge wächst, und es wird nur von dem Zeitpunkte, in welchem die Auszweigung

erfolgt, abhängen, ein wie grosser Theil des Sporogons beiden Kapseln gemeinsam ist. Es ist aber weiter selbstverständlich, dass durch diese Annahme auch die Entstehung der von Pfeffer beschriebenen Drillingsfrucht erklärt wird.*)

Bei Lebermoosen ist meines Wissens eine Sporogonverzweigung früher nie beobachtet worden. Ich habe auf der Naturforscher-Versammlung in Graz (1875) einer von mir bei Umbraculum aufgefundenen Zwillingsbildung Erwähnung gethan und auch das betreffende Objekt zur Ansicht vorgelegt. Ich gebe nun in Figur 3 eine Abbildung dieser interessanten Monstrosität: Innerhalb der noch ringsum geschlossenen Calyptra haben wir eine ganz normal ausgebildete Kapsel und genau in der Grösse, wie sie dem Entwicklungsstadium der Calyptra entspricht. Sporen und Schleuderer waren der Form nach schon deutlich erkennbar, wenn auch an letzteren die spiralige Verdickung noch durchaus fehlte. Auch die Anordnung derselben (in der Längsachse der Sporogons parallelen Reihen) stimmte mit der, wie sie in normalen Kapseln beobachtet wird, durchaus überein**). Seitlich diesem Sporogone anliegend, findet sich aber noch ein zweites weit kleineres, sowohl was die Grösse der Kapsel betrifft, als auch in Bezug auf die Dicke des Stieles, während des letzteren Länge kaum merklich geringer ist. Trotz die Kapsel, offenbar in Folge der rascheren Grössenzunahme des stärker entwickelten Sporogons zusammengedrückt erscheint, zeigen doch die Schleuderer wie die Sporen, die freilich beide in viel geringerer Zahl vorhanden sind, ganz dasselbe Stadium

*) Gümbel, Bescherelle und Schimper erwähnen noch einer andern Art von „Syncarpie", die darin besteht, dass zwei Kapseln mit ihren Deckeln mit einander verwachsen sind. Beide Kapseln zeigen ausgebildete Peristome, und es setzt sich die obere Kapsel in einem stummelartigen, der Seta entsprechenden Fortsatz fort. Ich lasse es dahin gestellt, in welcher Weise diese merkwürdige Bildung zu erklären sei; mit der hier zu besprechenden Verzweigung steht sie zweifellos in keinem Zusammenhang.

**) Die auch in der Abbildung sichtbare nabelartige Verdickung der Kapselwand am Scheitel bedingt wahrscheinlich die Art des Aufspringens der Kapsel, die hier, wie bei Symphyogyna in der Weise geschieht, dass die 4 Klappen am Scheitel vereinigt bleiben, so dass man besser sagen könnte, dass das Oeffnen der Kapsel (wie bei Andreaea) durch vier Längsspalten geschehe.

der Entwicklung, wie in der grösseren Kapsel. Die vollkommen getrennten Kapselstiele sitzen auf einem gemeinsamen Fussstücke (bulbus), das von der Auszweigungsstelle bis gegen seine Mitte hin, in der Anordnung der Zellen eine Art Naht erkennen lässt, während sein unterer Theil durchaus einfach ist, und die normale Anordnung der Zellen zeigt.

Dass diese Bildung als Verzweigung aufgefasst werden muss, ist auf den ersten Blick einleuchtend. Denn ist einerseits die noch unversehrte Calyptra ein Zeichen, dass auf die Verschmelzung zweier Archegonien und die Weiterentwicklung und theilweise Verwachsung ihrer Embryonen nicht gedacht werden kann, so zeigt uns weiters der in seiner unteren Hälfte einfache und durchaus normal gebaute Fuss, dass die Entwicklung ursprünglich von einer Eizelle ausging. Dass weiters das kleinere Sporogon nicht als eine Art Adventivbildung, die sich secundär an der grösseren Kapsel entwickelt hätte, aufgefasst werden kann, ergibt sich einerseits aus der Continuität des Gewebes im Bulbus, andererseits aus der Gleichheit des Entwicklungsstadiums, in dem sich beide Kapseln befinden.

Ist also die besagte Bildung als durch Spaltung des Vegetationspunktes entstandene Auszweigung aufzufassen, so frägt es sich, in welchem Stadium der Embryoentwicklung sie angelegt worden sei. Um diese Frage zu beantworten, müssen wir die normale Entwicklung eines Lebermoosembryo berücksichtigen:

Bei allen Jungermanniaceen theilt sich die befruchtete Eizelle zuerst durch eine Querwand und so wie bei den Muscineen geht aus der oberen der Archegonienhalse näheren Zelle das Sporogon hervor, während die untere Zelle an seiner Bildung entweder keinen oder nur einen unwesentlichen Antheil nimmt. Die obere Zelle theilt sich nun entweder sogleich oder nach dem früheren Auftreten einer Querwand durch eine Längswand und die so entstandenen Hälften zerfallenen nun abermals in zwei neben einanderliegende Zellen. Mit der Bildung der vier Scheiteloctanten ist bei frondosen Jungermanniaceen das Spitzenwachsthum im Allgemeinen abgeschlossen, und es beginnt sogleich die Differenzirung von Kapselwand und Sporenraum. Die vollkommene Getrenntheit beider Kapseln und ihrer Seten in dem hier zu besprechenden Falle abnormer Bildung setzt also offenbar voraus,

dass die Spaltung des Vegetationspunktes v o r Anlage der Kapsel und ihres Stieles erfolgt sei, und wir kommen nothwendiger Weise zur Annahme, dass sie durch die erste Längswand eingeleitet worden sei.

Diese erste Längswand halbirt (wahrscheinlich bei allen regelmässig vierklappig aufspringenden Sporogonien) die obere Embryohälfte in zwei gleiche Theile, und beide Theile betheiligen sich in gleicher Weise an der Bildung des Sporogons. Nun ist es aber bekannt, dass bei vielen Lebermoosen diese erste Längswand eine geneigte Lage hat, und dass daher der Embryo in zwei ungleiche Parthien gespalten wird. Es kommt dies bei manchen Formen ganz normal, bei anderen als Ausnahmsfall vor, und ich habe seiner Zeit*) auf diese Unregelmässigkeiten aufmerksam gemacht. In allen den bis jetzt diesbezüglich bekannt gewordenen Fällen betheiligen sich aber immer b e i d e Längshälften des Embryo an der Sporogonbildung. Nun findet sich aber unter den Lebermoosen unzweifelhaft auch der Fall, wo nur der Eine durch die erste (und hier sehr schief gestellte) Längswand abgeschnittene Theil in die Sporogonbildung einbezogen wird, während der kleinere und nicht bis an den Embryoscheitel reichende Theil nur bei Bildung des Sporogonfusses sich betheiligt. Ich habe dies Verhältniss bei S y m p h y o g y n a gefunden und ich werde seinerzeit Gelegenheit haben, diese Angabe durch zahlreiche Zeichnungen zu belegen. Es stimmt also in dieser Beziehung S y m p h y o g y n a mit den Laubmoosen überein, wo ja in gleicher Weise die geneigte Lage der ersten Längswand im Embryoscheitel es mit sich bringt, dass der grösste Theil des Sporogons aus der e i n e n Embryohälfte hervorgeht.

Es hat auf diese Beziehungen schon seinerzeit K i e n i t z - G e r l o f f**) aufmerksam gemacht. Es ergeben sich daraus aber weitere, und wie ich glaube, höchst interessante Folgerungen, welche geeignet sind, die Beziehungen der Gefässcryptogamen zu den Moosen, wie sie auch von P r a n t l***) angedeutet wurden, in ein helleres Licht zu stellen:

---

*) Vergl. meine Untersuchungen über die Lebermoose. Heft I, pag. 49, Anmerkg. 4.

**) Sitz.-Ber. d. Ges. nat. Freunde zu Berlin 21. März 1876.

***) Untersuchungen zur Morphologie der Gefässcryptogamen. Heft I, pag. 64.

Die bei Laub- wie Lebermoosen beobachteten Fälle von Sporogonverzweigung zeigen einmal unwiderleglich, dass auch der sporenbildenden Generation der Muscineen die Fähigkeit der Auszweigung zukomme, die aber freilich nur in Fällen abnormaler Bildung zur Geltung kommt.

Dass wir in allen bis nun besprochenen Fällen die Zweige immer in Kapseln endigen sehen, wird begreiflich, wenn wir erwägen, dass die Auszweigung in allen diesen Fällen solche Theile des Embryo trifft, welche sich unter normalen Verhältnissen an der Bildung der Kapsel betheiligen. Am Embryo der Laubmoose ist nur die grössere (durch die erste schiefe Längswand abgeschnittene) Hälfte fertil, die kleinere betheiligt sich nur in geringem Maase an der Bildung des untersten Theiles der Seta, und ich habe oben nachzuweisen versucht, dass in allen bis jetzt bekannt gewordenen Fällen der Verzweigung diese erst nach dem Auftreten der ersten schiefen Längswand, also aus der einen fertilen Hälfte des Embryo angelegt wurde. Bei Lebermoosen betheiligen sich in den meisten Fällen beide Hälften an der Kapselbildung in gleicher oder nahezu gleicher Weise, und es wird auch eine durch die erste Längswand eingeleitete Gabelung zur Bildung reproductiver (sporenbildender) Zweige führen. Wenn nun aber bei Lebermoosen die schief aufstehende erste Längswand, wie bei Symphyogyna, den oberen Theil der Fruchtanlage in einen constant steril bleibenden und in einen fertilen Theil trennt und wenn in solchen Fällen nun mit diesen Längstheilen auch die Gabelung beginnt, so wird es leichter begreiflich, wie die eine Hälfte dann zu einem sterilen Fortsatze sich entwickeln kann, und nur in der anderen Hälfte Sporenbildung eintritt. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, ist der abnorme Fall von Embryo-Entwicklung, den ich bei Symphyogyna subsimplex auffand und der in Fig 2 abgebildet ist, von erhöhtem Interesse. Wir sehen den oberen Theil des Embryo in zwei Fortsätze ausgezogen und nach der ganzen Lage derselben gegeneinander und gegen das gemeinsame Fussstück ist kaum eine andere Erklärung denkbar, als dass hier die Anlage zur Verzweigung durch die erste Längswand gegeben war. Nun sehen wir aber weiter, dass die beiden Zweige in ihrem Wachsthume sich wesentlich verschieden verhielten: der rechts liegende kürzere Zweig könnte

nach der Gruppirung seiner Zellen und nach seiner Form ganz gut als ein in der Anlage begriffener Sporogon angesehen werden, während der links liegende nach Form und Art der Zellgruppirung von den normal sich entwickelnden Embryonen von Symphyogyna durchaus verschieden ist, und vielleicht als steriler Fortsatz gedeutet werden könnte.

Was in diesem Falle in Bezug auf die Werthigkeit der beiden Zweige nur vermuthungsweise ausgesprochen werden kann, das aber ist in Folge der weiter fortgeschrittenen Entwicklung der Auszweigungen an dem in Fig. 1 dargestellten Embryo von Pellia epiphylla zweifellos der Fall. Auch dieser Embryo war noch vollkommen von der Calyptra umhüllt, die aber seitlich einen höckerartigen Fortsatz zeigte. Am freipräparirten Embryo sah man in den in der Fortsetzung der Embryo- und Archegoniumaxe gelegenen Zweig aus durchaus homogenen Gewebe bestehend, der seitlich stehende und etwas mächtigere zeigte aber an seiner Spitze eine Differenzirung des Innengewebes von einer periferischen Umhüllung, die weniger in der Form und Anordnung desselben als in einer hellbraunen Farbe des Innengewebes ihren Ausdruck fand. Die Form dieses gebräunten Zellencomplexes entsprach aber vollkommen der, wie sie der angelegte Sporenraum in der Kapsel junger Pelliasporogonien zeigt, — und auch die eigenthümliche braune Farbe findet sich an in Alkohol conservirten Objecten dieser und vieler anderen Lebermoose (Aueura, Symphyogyna, Metzgeria etc.) immer wieder. Ich halte daher diesen Zweig für ein in der Anlage begriffenes Sporogonium, den scharf begrenzten gebräunten Innentheil als dem Sporenraume entsprechend, während der andere Zweig zweifellos einen sterilen Fortsatz darstellt.

In welchem Entwicklungsstadium die Auszweigung angelegt wurde, lässt sich hier allerdings nicht bestimmen, doch zeigt der auch in der Zeichnung angedeutete Verlauf der Zellenzüge und die Abgrenzung der Gewebeparthien beider Zweige, die sich bis in den gemeinsamen Stiel hinein verfolgen lässt, dass dieselbe auch hier in die früheste Jugend des Embryo fiel. Wenn wir nun annehmen wollen, dass sie durch die erste Längswand eingeleitet worden wäre, so könnte vielleicht der Umstand Bedenken erregen, dass bei Pellia normal ja beide Scheitelhälften in

die Kapselbildung eintreten, dass also nach den obigen Auseinandersetzungen es nur zu erwarten gewesen wäre, dass auch hier beide Zweige sich zu Sporogonien ausbilden sollten. Ich habe aber schon seinerzeit erwähnt, dass auch bei Pellia wie bei Blasia und Fossombronia die erste Längswand öfters sehr stark geneigt auftritt, und es hindert uns nichts, anzunehmen, dass diese Neigung in abnormen Fällen einen Grad erreichen kann, dass die eine (kleinere) Längshälfte von der Betheiligung an der Kapselbildung ganz ausgeschlossen wird, so dass dann Verhältnisse eintreten, wie sie normal bei Symphyogyna erscheinen.

Die im Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen geben, wie ich glaube, nicht zu unterschätzende Stützen für die zuerst von Prantl deutlich formulirte Hypothese, als Ausgangspunkt für die morphologische Differenzirung in der sporenbildenden Generation der Gefässcryptogamen ein verzweigtes Moossporogon zu betrachten.*)

Es ist wohl selbstverständlich und von Prantl deutlich genug hervorgehoben worden, dass man dabei nicht an die hochentwickelten Sporogone der höheren Lebermoose und der Laubmoose zu denken hat, sondern dass wir die Vergleichungspunkte bei den niedersten Lebermoosen (Riccia, Anthoceros) suchen müssen. So hat Prantl versucht, den Sorus der Hymenophyllaceen mit der Kapsel von Anthoceros zu vergleichen und das Receptaculum der Columella, das Indusium der Kapselwand gegenüber zu stellen. Es hat diese Vergleichung schon zu wiederholten Malen Anfechtung erfahren und es wurde namentlich der fundamentale Unterschied betont, der darin bestehe, dass die Kapsel von Anthoceros durch innere Differenzirung der Theile, der Sorus der Hymenophyllaceen durch freies Hervorwachsen derselben sich ausbilde. Auch Prantl verkennt nicht die Wichtigkeit dieses Unterschiedes, und sucht nun die Verbindungsbrücke dadurch zu finden, dass er sich vorstellt, dass die ersten Theilungen, welche zur Anlage des Sorus führen, ursprünglich nicht in den Randzellen stattgefunden hätten, sondern wie bei Entwicklung der sterilen Nerven, nur in den Binnenzellen. Ich stimme

---

*) L. c. pag. 62.

dieser Vorstellung insoweit bei, als ich ebenfalls den Uebergang der endogenen Anlage eines Organes in eine exogene und umgekehrt nicht blos für möglich, sondern in der Natur für vielfach vorkommend erkläre. Um nun ein Paar Beispiele anzuführen, werden bei den Jungermanniaceen Geschlechtssprosse, die aus der Ventralseite des Tragsprosses entspringen, das eine Mal aus oberflächlichen, das andere Mal aus inneren Zellen angelegt. Ebenso haben die Antheridien bei allen Muscineen mit Ausnahme von Anthoceros exogenen Ursprung; bei dieser Pflanze aber sehen wir dieses denn doch phylogenetisch gleichwerthige Organ aus einer Innenzelle entstehen, eine Thatsache, in Bezug auf deren Constatirung ich trotz aller Versuche, durch Beobachtung der jüngsten Entwicklungszustände mich vom Gegentheile zu überzeugen, mit Hofmeister übereinstimmen muss. Aber auch die Möglichkeit des Ueberganges aus endogener Anlage in exogene (und umgekehrt) zugegeben, erheben sich gegen die von Prantl versuchte Vergleichung nicht unerhebliche Bedenken. Vor allem scheint mir die Vorstellung, das Indusium als das der Sporogonwand entsprechende Gebilde, und die Sporangien somit als endogene Organe auzusehen, kaum haltbar. Es setzt, wie ich glaube, diese Vorstellung die Annahme voraus, es wäre im Scheitel des in die Länge wachsenden Blatttheiles (des sterilen wie des fertilen) eine morphologische Werthigkeit und somit eine diesbezügliche Differenz der dort liegenden „Randzellen“ schon ausgesprochen, in der Weise etwa, dass die axil gelegenen und in der Fortsetzung des Nerven liegenden Zellen nur diesen allein fortbilden, während umliegende Zellen das Weiterwachsen der Rinde vermitteln sollten. Aber Prantl selbst erklärt, dass sich alle Zellen einer Blattlacinie auf eine am Scheitel gelegene Zelle, die er desshalb auch als Scheitelzelle bezeichnet, genetisch zurückführen lassen. Auch die aus dieser Scheitelzelle abgeschnittenen Segmente zeigen als solche in Bezug auf Bildung der verschiedenen Gewebe noch keine morphologische Differenz, die erst durch die in ihnen auftretenden sekundären Theilungen und somit erst in den aus ihnen abgeleiteten Zellen zum Ausdrucke gelangt. Oder, um es kurz zu sagen, im Scheitel der Blattlacinie ist eine morphologische Differenzirung des Gewebes noch nicht ausgesprochen, es tritt diese erst in einer, wenn auch ganz ge-

ringen Entfernung hinter demselben ein. Wenn das Indusium in die Erscheinung tritt, sind die dasselbe bildenden Zellen schon ziemlich weit vom Scheitel entfernt und haben wohl auch schon den Charakter oberflächlicher Rindenzellen angenommen und so möchte ich dasselbe eher als eine, in der Entwicklungsreihe, welche zu den Hymenophyllaceen führte, erst später aufgetretene Erscheinung, als ein erst später zum Receptaculum hinzugekommenes Gebilde betrachten, das vielleicht eher in der bei manchen Jungermanniaceen (Geocalyceen) den Sporogontheil umfassenden, aus dessen Bulbus sich entwickelnden Scheide (involucellum) sein Analogon hat. Auch der Vergleich des Receptaculums mit der Columella der Anthoceros-Kapsel stösst auf manche Schwierigkeit: Nach der Angabe Prantl's scheiden sich bei Anlage des Sorus im Scheitel der fertilen Blattlacinie vorerst durch zwei über und unter der zuerst gebildeten medianen Längswand auftretende, und dieser parallelen Wände die das Receptaculum bildenden Zellen von den nach aussen liegenden. Wollen wir nun im Sinne obigen Vergleiches nach den diesen Wänden entsprechenden Theilungen in der Anthoceros-Kapsel suchen, so müssten wir offenbar als solche jene Theilungen betrachten, welche zuerst zur Bildung von Innen- und Aussenzellen führen, und welche, wie ich gezeigt habe, die Columella von einer periferischen Zellschicht abgrenzen. Wollten wir nun den Vergleich zwischen Receptaculum und Columella weiter führen, so begegnen wir sogleich einer, wie mir scheint, unüberwindlichen Schwierigkeit dadurch, dass, während die Zellen des Receptaculums endlich zur Sporangien- und Sporenbildung fortschreiten, die Zellen der Columella durchaus steril bleiben, da ja die sporenbildende Schichte erst secundär und nach Anlage der Columella aus der diese umhüllenden peripherischen Zelllage differenzirt wird. Will man überhaupt in Vergleichung der sporenbildenden Generationen bei Muscineen und Gefässcryptogamen weiter gehen, als es dermalen geboten erscheint, so dürfte das Receptaculum eher dem ganzen Sporogon zu vergleichen sein, und ich möchte hier nur — nicht um eine bestimmte Meinung auszudrücken, als vielmehr, um einen der möglichen Wege, den die Entwicklung eingeschlagen haben könnte, zu bezeichnen — noch Folgendes bemerken:

Als die einfachst denkbarste Form, in welcher die zweite

Generation bei den ersten Vorfahren unserer Archegoniaten aufgetreten sein kann, ist offenbar die zu bezeichnen, wo die befruchtete Eizelle selbst als Spore (Oospore) sich ausbildete. Ein weiterer Entwicklungsschritt wäre dann der gewesen, wo aus der befruchteten Eizelle durch secundäre Theilungen ein Sporenhaufen entstand. In diesem anfangs aus durchaus fertilen Elementen (Sporen, eventuell Sporenmutterzellen) bestehenden Zellenaggregate mag nun zuerst eine Sonderung in sterile und fertile Zellen eingetreten sein, indem sich vorerst eine peripherische Zellschichte als Hülle differenzirte. Diese einfache Form der Sporogonausbildung finden wir im Allgemeinen noch bei Riccia. Die Sonderung der Innenzellen in Sporenmutterzellen und Elateren, und die Mehrschichtigkeit der Sporogonwand wie bei den Lebermoosen, die Differenzirung in sporenbildende Schichte und Columella einerseits, in Sporogonwand und Sporensack andererseits wie bei den Laubmoosen, wären dann weitere, in verschiedenen Richtungen verlaufende Entwicklungsvorgänge. Die Kapsel von Anthoceros aber lässt sich, wie ich glaube, nach unseren dermaligen Kenntnissen in diesen Entwicklungskreis nicht einbeziehen: Nehmen wir auch hier wieder als Ausgangspunkt für die weitere Differenzirung ein Aggregat von Sporen- (eventuell sporenbildender) Zellen, so müssen wir annehmen, dass sich vorerst eine innere, axil gelegene Zellengruppe als steriles Gewebe (Columella) differenzirte und die Sporenbildung somit an die Peripherie des Zellkörpers gedrängt war.*) Die Ausbildung einer sterilen Hüllschichte (Kapselwand) wäre dann wieder erst ein secundärer Entwicklungsvorgang. Könnte man nun den das Receptaculum der Hymenophyllaceen durchziehenden Nerv nach seiner Anlage der Columella der Anthoceros-Kapsel gleichstellen, und somit die oberflächliche Zellenschicht (mit den nach innen liegenden und genetisch mit ihr zusammenhängenden Schichten) jener Zellenlage vergleichen, aus der bei Anthoceros durch tangentale Spaltung die sporenbildende Schichte entsteht, so wäre es möglich, uns die Entstehung des Sorus der Hymenophyllaceen in der Weise vorzustellen, dass der Abschluss der sporenbildenden Zellen nach

*) Man vergleiche meine Darstellung der Entwicklung der Anthoceroskapsel im Sitz.-Ber. der Wien. Akad. 1876. Bd. LXXIII.

aussen nicht durch einfache Ausbildung einer continuirlichen Wandschichte, sondern nur an bestimmten Stellen durch endliche Bildung von Sporangien erfolgte. Aber Prantl betont ausdrücklich, dass das gesammte Receptaculum als Fortsetzung des Fibrovasalstranges aufgefasst werden müsse, und dass jeder Anhaltspunkt in der Entwicklungsgeschichte fehle, die „oberflächliche Zellenschicht des Receptaculums mit der Epidermis des Nerven zu vergleichen."

In dieser Thatsache liegt, wie ich glaube, das grösste Hinderniss, uns schon dermalen eine einigermassen gerechtfertigte Vorstellung über den Zusammenhang der Muscineen mit den Gefässcryptogamen zu machen.

Wenn uns dies aber auch dermalen noch nicht gelingt, so bleibt aber nichts destoweniger die Homologie der beiden sporenbildenden Generationen unangefochten. Auch werden wir bei jedem Versuche, den genetischen Zusammenhang beider Klassen aufzufinden, immer wieder darauf zurückkommen müssen, dass wir den Embryonen der hypothetischen Vorfahren unserer Archegoniaten die Fähigkeit der Verzweigung vindiciren, und zur Stütze dieser Annahme gilt unzweifelhaft der in vorliegender Schrift gelieferte Nachweis, dass diese Fähigkeit auch bei den Muscineen nicht gänzlich verloren gegangen ist.

Die Vergleichung der zweiten Generation der Moose mit der der Farne und der Umstand, dass die Blatt- und Stammbildung bei diesen Pflanzengruppen in die beiden verschiedenen Generationen fallen, nöthigt, wie ich glaube, und wie ich es auch schon an einem anderen Orte betont habe, zu dem Schlusse, anzunehmen, dass die Blattentwicklung sich in diesen beiden Klassen unabhängig von einander vollzogen habe, dass also die bei ihnen als Blätter bezeichneten Organe genetisch nicht zusammenhängen. Es hat gegen diese Auffassung P. Magnus*) Einwendungen erhoben. Ihm scheint es nämlich recht wohl denkbar, dass einfach die Stamm- und Blattbildung der Moose von der ersten geschlechtlichen Generation sich auf die zweite ungeschlechtliche der Farrenkräuter verschoben habe, und „es würde diese Vorstellung der

*) Sitz.-Ber. d. bot. Vereines d. Prov. Brandenburg v. 20. Febr. 1876.

Verschiebung weit mehr der Natur entsprechen, als sich vorstellen, dass einerseits die Stamm- und Blattbildung der Algen und Muscineen zu dem Vorkeime der Cormophyten reducirt, anderseits aus einer embryonalen Anlage eine neue Entwicklung zu Stamm und Blatt sich vollzogen habe.“ Dagegen möchte ich vor allem bemerken, dass die Algen in jedem Falle aus dieser Vergleichung ausgeschlossen werden müssen. In dem Kreise der Archegoniaten sehen wir bei nicht wenigen Formen die erste Generation als Thallom ausgebildet (niedere Lebermoose; Prothallium), und in solchen (oder ähnlichen) Formen, glaube ich, müssen wir den Ausgangspunkt für die zwei wohl schon von da aus divergirenden Entwicklungsreihen suchen, die einerseits mit den beblätterten Muscineen endet, anderseits in den Formenkreis der Gefässpflanzen hineinführt. Nichts nöthigt uns aber, anzunehmen, dass diese so einfachen Typen durch Rückbildung aus complicirter gebauten (und reich gegliederten) Algen sollen entstanden sein, wie aber auch kein zwingender Grund vorliegt, die Gefässcryptogamen an die beblätterten Muscineen anzuschliessen, und somit eine Rückbildung der ersten Generation anzunehmen.

Die Vergleiche, die Magnus zum Beweise, dass ähnliche Verschiebungen von Organen auch anderwärts vorkommen, aus dem Pflanzen- und Thierreiche hernimmt, sind wohl nicht geeignet diese seine Vorstellung zu unterstützen. Die Einschaltung von Promycelium und Sporidie in den Entwicklungskreis einer Uredinee ist denn doch etwas weit verschiedenes; und wieder ein ganz anderer Vorgang ist meiner Ansicht nach das frühere Auftreten von Geschlechtsorganen an Larvenzuständen bei Thieren. Uebrigens verwahrt sich ja Magnus selbst gegen die Unterstellung, er wolle die verschiedenen Fruchtformen der Uredineen oder die verschiedenen Entwicklungsstadien der Thiere mit den beiden Generationen vor und nach der Befruchtung bei den Moosen und Gefässcryptogamen identificiren. Aber selbst zugegeben, es könne eine solche Verschiebung von Organen aus einer Generation in eine andere, von jener durch einen Geschlechtsakt getrennten stattfinden, so will es mir nicht gelingen, mir von einer solchen Verschiebung von Organen, bei Wahrung ihres genetischen Zusammenhanges, eine deutliche Vorstellung zu bilden: Die Verschiebung eines Organes aus der

Geschlechts- in die befruchtete Generation setzt vorerst ein Vorhandensein desselben in jener voraus. Wie sollen wir uns nun sein Verschwinden in dieser, sein Wiederauftreten in jener vorstellen? Ob wir nun diese Vorgänge als allmälig oder plötzlich eingetreten annehmen, immer müssen wir von einzelligen Zuständen — hier Spore, dort Ei — ausgehen. Wenn nun in der einen Generation ein Organ durch Rückbildung verschwindet, und in der zweiten Generation ein physiologisch gleichwerthiges Organ an den von ganz anderen Wachsthumgesetzen beherrschten Embryo sich herausbildet; dürfen wir, frage ich, in diesem Falle von einer morphologischen Gleichwerthigkeit sprechen, wenn auch vielleicht die beiden gerade wegen ihrer physiologischen Gleichwerthigkeit und in Folge allgemeiner, die Anlage und das Wachsthum beherrschenden mechanischen Gründe in Bezug auf Wachsthum, Form, Stellungsverhältnisse etc. eine gewisse Uebereinstimmung erkennen lassen? Nehmen wir, um an einem Beispiele diese hypothetischen Entwicklungsvorgänge zu illustriren, an, es würden Farne entstanden sein, bei denen das Prothallium in höherer morphologischer Differenzirung erschiene, also etwa in Form einer Riccia, Marchantia oder Blasia, das ist, versehen mit als Blätter zu bezeichnenden Anhangsorganen: wären wir berechtigt, diese Gebilde als den Blättern der zweiten Generation morphologisch gleichwerthig zu bezeichnen? Sind es vielmehr nicht ganz verschiedene Organe? Und so glaube ich, mögen wir die Sache drehen, wie wir wollen, so lange wir noch an der Vorstellung festhalten, im Sporogon der Muscineen nach seiner Stellung im Generationswechsel, das Aequivalent der beblätterten Pflanze der Gefässcryptogamen zu erkennen, werden wir auch die Blattbildungen in beiden Klassen als von einander genetisch verschieden erklären müssen.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Verzweigter Embryo von Pellia epiphylla. c. 50mal vergrössert.

Fig. 2. Verzweigter Embryo von Symphogyna rhizoloba. 160mal vergr.

Fig. 3. Verzweigtes Sporogon von Umbraculum Mülleri G. 25mal vergr.

Fig. 4. Verzweigtes Sporogon von Hypnum incurvatum.

Leitgeb: Verzweigte Moossporogonien

1

2

3

4

Lith. Th. Schneider's Ver. u. Presuhn, Graz

Ueber Zoopsis.

Von **H. Leitgeb.**

(Mit 1 Tafel.)

Prof. S. O. Lindberg theilt in einer im „Journal of the Linnean Society“ (Botany Vol. XIII) erschienenen Abhandlung die Resulate seiner Untersuchungen über diese Pflanze mit, die er von dem Entdecker derselben (Hooker) in männlichen und weiblichen Exemplaren zugeschickt erhalten hatte. In einer ausführlichen und sehr genauen Beschreibung schildert Lindberg den gesammten Bau der Pflanze und erkennt die Blattnatur der schon von Hooker gesehenen, rechts und links hervortretenden Höcker, und eben so die auf zwei hervorragende Zellen reducirten Amphigastrien. Ebenso constatirt er den ventralen Ursprung der Geschlechtsäste, die immer deutliche Beblätterung zeigen: Die weiblichen sind verkürzt und schliessen mit dem von einem tieflappigen Perianthium (colesula) umgebenen Sporogon ab. Die männlichen Aeste zeigen ebenfalls deutlich ausgebildete seitenständige Blätter, in deren Achseln je ein Antheridium sitzt. Auf Grund dieses Befundes stellt Lindberg die bis nun zu den Codonieen gerechnete Pflanze zu den foliosen Jungermanniaceen, und zwar zur Gattung Jungermannia (Cephalozia) als J. argentea. Bestärkt in dieser Ansicht wurde Lindberg durch eine Mittheilung des Dr. R. Spruce, nach welcher in Brasilien eine Jungermannia (Trigonanthus) vorkäme, die einmal zweispitze, ein anderes Mal fast ganze Blätter habe, während wieder andere Exemplare die Blätter in ein continuirliches Laub verwachsen hätten, wie bei Zoopsis.

Prof. Lindberg hatte die grosse Güte, mir das Material, an welchem er seine Untersuchungen gemacht hatte, zur Ansicht mitzutheilen und ich stimme seiner Ansicht betreffs der systematischen Stellung dieser Pflanze vollinhaltlich bei: Ursprung und Ausbildung der Geschlechtsäste ist durchaus so wie bei den

Jung bicuspides und es kann über die nahe Verwandtschaft der Pflanze um so weniger ein Zweifel obwalten, als sie auch, wie ich später zeigen werde, im morphologischen Aufbaue mit diesen durchaus übereinstimmt und ihre abnorme Form nur Folge der (häufigen) Verkümmerung der Blätter ist. Ich möchte vorerst nur auf die Differenzen hinweisen, welche sich in den Beschreibungen der verschiedenen Botaniker vorfinden, und welche wie ich glaube, sich nur dadurch erklären lassen, dass als Z. argentea zwei verschiedene Pflanzenarten aufgeführt werden:

Die einzige mir bekannte Abbildung gab Hooker in seiner Flora antarctica P. I auf Tab. LXVI, 6: Die Sprossoberfläche besteht aus grossen hexagonalen Zellen; der Seitenrand ist mit alternirenden Zäpfchen, die meist aus zwei (seltener aus einer) Zellen bestehen, besetzt. An den meisten dieser Zellen zeigt die Zeichnung einen schwarzen Punkt, der aber in der Beschreibung der Pflanze keine Erwähnung findet.

Mitten (in Flora Nov. Zel. II, pag. 164) sagt, dass die Figur Hooker's, obwohl im Allgemeinen ein gutes Bild der Pflanze gebend, nicht den vollkommen entwickelten Zustand der Pflanze zeigen dürfte. In späteren Stadien zeigen die Seitenränder nicht jene hervorragenden Zellhöcker, sondern die Randzellen stehen wie Sägezähne hervor, deren jeder an der Spitze einen schmalen röhrenförmigen Anhang hat, der an seiner Basis gebogen ist, so dass derselbe immer gegen die Spitze des Stämmchens sieht*).

Es ist wohl a priori nicht wahrscheinlich, dass Hooker eine so ausgezeichnete Eigenthümlichkeit übersehen haben sollte, auch können jene oben erwähnten Punkte an den vorstehenden Randzellen nicht die von Mitten erwähnten, an der Basis gekrümmten Borsten darstellen, denn dann hätte sie Hooker gewiss deutlicher gezeichnet und auch in der Beschreibung erwähnt.

Lindberg (l. c.) sagt nun in der Beschreibung der ihm von Hooker gesandten Pflanze, dass er das an der Spitze der Seitenhöcker („folia rudimentaria") von früheren Autoren beschriebene Börstchen („setulam apicalem") weder an seinen

*) Mitten bemerkt weiter: „This peculiarity of structure seems analogous to the cilia, which fringe the margins of the fronds of Metzgeria furcata."

Pflanzen aus Auckland und Tasmanien, noch an denen aus Java hätte finden können.

Ausser den mir von Prof. Lindberg mitgetheilten Pflanzen aus Tasmanien hatte ich noch Gelegenheit, die des Wiener Herbars zu untersuchen, und es stellte mir weiter Dr. Gottsche die seines Herbar's bereitwilligst zur Verfügung.

Die Pflanzen, welche Lindberg bei seiner Beschreibung vorlagen, zeigen allerdings an den seitlich hervorragenden Zellen (den Blattrudimenten) jene von Mitten beschriebenen Börstchen nicht. Wohl aber bemerkt man häufig an jeder derselben ein äusserst zartwandiges, häufig cellabirtes und der Tragzelle anliegendes Zellchen (Fig. 5 und 8), das öfters aber auch schon zerrissen ist, so dass nur mehr Spuren seiner Membran wahrgenommen werden können, bis endlich öfters auch diese nicht mehr vorhanden sind. Untersucht man aber jüngere Sprosstheile, namentlich zunächst einer Vegetationsspitze, so zeigen sich diese Endpapillen allerorts an den betreffenden Stellen, so dass wohl nicht zu zweifeln ist, dass, wo wir sie auch an älteren Sprosstheilen nicht mehr finden, sie ursprünglich auch dort vorhanden waren. Ich glaube, dass diese „Haarzellen" auch an der von Hooker abgebildeten Pflanze vorhanden waren, und möchte die schon oben erwähnten Pünktchen, welche die Abbildung zeigt, für die Insertionsstellen derselben ansehen. Mit den Lindberg'schen Pflanzen stimmen nun die im Wiener Herbar befindlichen und aus dem Lindenberg'schen Herbare herstammenden Pflanzen (Auckland) und ebenso die des Gottsche'schen Herbars (von Greville Nov. Holl.) durchaus überein.

Im Herbarium Gottsche' und ebenso im Wiener Herbar finden sich nun aber auch Zoopsisrasen, die von der Novara-Expedition mitgebracht und um Auckland waren gesammelt worden. Ich habe ein Sprosstück einer solchen Pflanze in Fig. 9 dargestellt. Auf den ersten Blick erkennt man die grosse Verschiedenheit dieser gegenüber den früher besprochenen (Fig. 8) Pflanzen. Hier stehen die „Blattrudimente" in der That wie (paarweise gestellte) Sägezähne vor. An der Spitze jedes derselben bemerkt man ein gekrümmtes aus 2 Zellen bestehendes Börstchenhaar. Es stimmt dies ganz mit der oben im Auszuge mitgetheilten Beschreibung Mitten's überein. Wohl fehlen auch hier an manchen Zähnen

diese Haare ganz, oder es zeigen sich nur noch die Ansatzstellen oder es fehlt die zugespitzte Endzelle, aber auch hier zeigt eine vergleichende Durchmusterung der Sprosse, dass das Auftreten dieser Börstchen und ihr Bau durchaus constant ist. Ich halte diese schon von Mitten beschriebene Zoopsisform für eine eigene, von der zuerst von Hooker als Z. argentea aufgeführten verschiedene Art, die ich vorläufig als Zoopsis setulosa von jener unterscheiden möchte.

Die beiden Börstchen eines Blattrudimentes sind bei Z. setulosa durchaus gleich ausgebildet, und bestehen, wie schon erwähnt, aus je zwei ziemlich stark verdickten Zellen (Fig. 12). Die untere Zelle ist mit ihrem hinteren Ende an der Tragzelle inserirt, verschmälert sich dann allmälig nach vorne, wo sich dann die ziemlich scharf zugespitzte Endzelle ansetzt. Bei Z. argentea sind aber diese Zellen ganz anders gebaut und inserirt, und es sind in dieser Beziehung auch die beiden Zellen eines Blattrudimentes verschieden. Ich will vorerst erwähnen, dass die beiden ein Blattrudiment darstellenden Zellen, wie es aus ihrer Anlage unzweifelhaft hervorgeht, genau den beiden Blattlappen (Ober- und Unterlappen) entsprechen. Es fallen auch ihre Insertionen nicht genau mit der Längsachse des Sprosses zusammen, sondern verlaufen schief nach vorne und der Bauchseite, wie wir es bei unterschlächtiger Battdeckung finden. Die Papille nun, welche an der dem Blattoberlappen entsprechenden Zelle sitzt, ist immer einzellig, schwach gekrümmt, und nicht mit ihrem hinteren Ende, sondern in der Mitte inserirt (Fig. 11 a). An der Papille des rudimentären Blattunterlappens aber liegt die Insertionsstelle fast ganz an ihrem hinteren Ende (Fig. 11 b); die Zelle spitzt sich dann nach vorne zu, und trägt an ihrer Spitze ein ungmein zartes und kleines Zellchen, wie es auch an den den Amphigastrien entsprechenden Zellen gefunden wird (Fig. 7).

Die Amphigastria sind bei beiden Arten gleich gebaut und wurden schon von Lindberg genau beschrieben. Sie sind auf zwei eiförmige Papillen reducirt, welche an ihrer Spitze ein kleines Zellchen tragen (Fig 7). Die Insertionen der Papillen sind immer etwas von einander entfernt und es zeigt an dieser Stelle der Stengel vier kleinere, in eine Querreihe gestellte Zellen, deren jede häufig selbst wieder quer getheilt ist. Diese kleinen

Zellen des unteren Stockwerkes produciren die Rhizoiden, die, wo noch spätere secundäre Zelltheilungen stattgefunden haben, in reicherm Maasse auftreten.

Wie alle foliosen Jungermanniaceen hat auch Zoopsis eine dreiseitige Scheitelzelle, die auch hier die nämliche Orientirung ihrer Seitenwände zeigt (Fig. 1). So wie dort, zerfallen auch hier die Segmente durch die Halbirungswand in zwei Hälften, und es wird aus der grösseren bis zur Mitte reichenden eine kleinere Innenzelle abgeschnitten. Man findet dem entsprechend häufig den Stammquerschnitt, bestehend aus drei kleineren Innenzellen, umgeben von sechs grösseren peripherischen (Fig. 4). Aber es kann die Bildung von Innenzellen auch nur in zwei Segmenten einer Querscheibe (Fig. 3), oder selbst nur in einem derselben (Fig. 2) stattfinden, oder es können in Folge secundärer Theilungen auch mehr als drei Innenzellen vorhanden sein, so dass der aus den Innenzellen gebildete axile Zellstrang, der schon Hooker aufgefallen war, oft ziemlich mächtig, an dünnen Sprossen aber auch auf eine Zellreihe reducirt sein kann.

Der Scheitel ist immer ringsum von Haargebilden umgeben. Sie bilden sich durch Auswachsen der freien Aussenflächen der Segmenthälften, so dass also einem Segmentcyclus immer sechs Haarpapillen entsprechen. Sie sind schon im Scheitel vollkommen ausgewachsen und zeigen die typische Form, wie sie oben beschrieben wurde. Die Tragzellen der aus den Hälften der seitenständigen Segmente hervorgehenden Papillen erheben sich später aus der Sprossoberfläche und verschieben sich dann in Folge der stärkeren Sprossstreckung an der ventralen Seite in longitudinaler Richtung und in der Weise, dass die der ventralen Hälfte eines seitenständigen Segmentes entsprechende Zelle weiter spitzenwärts zu liegen kommt, und so ihrer Schwesterzelle (der der dorsalen Hälfte desselben Segmentes entsprechenden) gegenüber also genau dieselbe Lage zeigt, wie bei unterschlächtiger Blattdeckung der ventrale Lappen eines Seitenblattes gegenüber dem dorsalen.

Es gibt Sprosse, wo diese Zellhöcker ziemlich weit über die Sprossoberfläche vorragen, und dann auch bei oberflächlicher Betrachtung schon als rudimentäre Blätter erkennbar sind; aber es finden sich auch Sprosse namentlich unter denen, die aus der

Ventralseite der Mittelrippe ihren Ursprung nehmen, wo diese Zellen gar nicht aus der Sprossoberfläche hervortreten. Aber auch in diesem Falle bleiben sie durch ihre eigenthümliche Lage und durch ihre Anhangsgebilde deutlich erkennbar.

Die Tragzellen der den Amphigastrien entsprechenden Papillen erheben sich nie über die Sprossoberfläche, wohl aber geht aus ihnen jene Gruppe von (normal) acht Zellen hervor, aus denen die Rhizoidenbüschel ihren Ursprung nehmen.

Wenn diese nun auch in der Regel an die ventralen Segmente und an die oben beschriebenen Stellen beschränkt bleiben so ist das doch nicht ausnahmslos der Fall. Namentlich sehr dünne ventral entspringende Sprosse, an denen auch die Blattrudimente kaum erkennbar sind, zeigen jene öfters auch an den seitenständigen Segmenten, wo sie aus den Tragzellen der Papillen ihren Ursprung nehmen. Es ist dies ganz dieselbe Erscheinung, wie wir auch bei vielen anderen foliosen Jungermanniaceen finden, und deren ich an anderen Orten*) ausführlich gedacht habe.

Zoopsis zeigt, wie die übrigen Jungermanniaceen zwei Formen der Auszweigung. Die Endverzweigung tritt als Zweigbildung aus der (ventralen) Segmenthälfte**) auf. Es ist dies die häufigste Form, die auch den Habitus der Pflanze bedingt. Immer aber bleiben die so entstandenen Sprosse vegetativ, und verhalten sich in jeder Beziehung den Muttersprossen analog; — auch darin, dass sie in gleicher Weise an ihrer Ventralseite durch interkalare Zweigbildung ebenso die verkürzt bleibenden Geschlechtssprosse, als auch langgestreckte fadenförmige, mit zahlreichen Rhizoiden besetzte Aeste, die den Flagellästen der Trichomaniden entsprechen, produciren.

In Bezug auf die Anlage dieser Aeste verhält sich Zoopsis genau so, wie ich es an anderen Orten für Jung. bicuspidata und Verwandte angegeben habe.

Für die Geschlechtssprosse wurde schon von Lindberg (l. c.) angegeben, dass an ihnen die seitenständigen Blätter ausgebildet sind. Diese sind tief zweilappig. An den weiblichen Aesten sind die Lappen ziemlich gleich lang und pfriemenförmig; an den

*) Untersuchungen über die Lebermoose. Heft II, pag. 40.

**) Man vergleiche meine „Untersuchungen . . . .“ etc. Heft II, pag. 22.

männlichen sind sie breiter und kürzer.*) Die Amphigastria aber bleiben durchaus in der Form, wie sie an den sterilen Aesten vorkommen, sind also in gleicher Weise auf zwei Papillen reducirt.

Ich habe schon oben erwähnt, dass nach Lindberg Dr. R. Spruce einer Jungermannia Erwähnung macht, die das eine Mal deutlich ausgebildete, tief zweilappige Blätter trägt, während sie nicht minder häufig in der Zoopsisform erscheint. Auch ich fand unter den von Dr. Buchanan aus Neu-Seeland erhaltenen Lebermoosen einen Rasen, der nach meiner Ansicht aus einer Zoopsis mit deutlich ausgebildeten Blättern besteht. Ich habe ein Stammstück in Fig. 10 abgebildet. Eine Vergleichung mit Fig. 8 und 9 zeigt den durchaus gleichen Bau der Oberseite des Sprosses; ebenso verhalten sich die Ventralseiten, und es muss besonders betont werden, dass die Amphigastria auch bei dieser mit entwickelten Seitenblättern versehenen Form ganz in gleicher Weise wie dort auf zwei hervorragende mit Spitzenpapillchen gezierte Zellen (vergl. Fig. 7) reducirt sind. Gerade dieser durchaus gleiche Bau der Amphigastrien spricht für die Zusammengehörigkeit beider Formen, und umsomehr, als auch an den beblätterten Geschlechtsästen der sonst blattlosen Zoopsis die Amphigastria auf dieser niederen Stufe der Ausbildung verharren.

Es würde sich nun noch um Beantwortung der Frage handeln, welcher von beiden oben als selbstständige Arten unterschiedenen Formen und ob überhaupt einer von beiden diese blättertragende Form zuzusprechen sei? Ich möchte mich der Ansicht zuneigen, dass sie der Zoopsis setulosa angehöre, weil, von den Grössenverhältnissen abgesehen, der Blattoberlappen der in Fig. 10 dargestellten beblätterten Form ganz mit dem der blattlosen (Fig. 9) übereinstimmt, und bei beiden auf drei Zellen: der grösseren Tragzelle und den zweizelligen an ihrer Spitze inserirten Börstchen — reducirt ist. Bei Zoopsis argenta aber steht an der Spitze der dem Blattoberlappen entsprechenden Tragzelle nur eine Zellpapille (Fig. 8), deren eigenthümliche Insertion (Fig 11 a) einen Zusammenhang mit der beblätterten Form minder wahrscheinlich erscheinen lässt.

*) Ueber den Bau derselben, siehe Lindberg, l. c. pag. 189.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1 (450). Der Sprossscheitel in Spitzenansicht, die Scheitelzelle mit den fünf jüngsten Segmenten zeigend.

Fig. 2, 3, 4 (350). Querschnitte durch Sprosse. a, b, c: Hauptwände der Segmente.

Fig. 5 (160). Ausgewachsener Sprosstheil von Zoopsis argentea, von der Ventralseite gesehen.

Fig. 6 (350). Spitzenansicht des in Fig. 7 in Ventralansicht dargestellten Sprosses. CC, DD, EE: die drei Paare den auf einander folgenden ventralen Segmenten entsprechenden Papillen. A, A_2 B, B_2: Papillenpaare, je einem seitenständigen Segmente angehörig. Die Orientirung und Lage der Scheitelzelle ist durch punktirte Linien angedeutet.

Fig. 7 (350). Dasselbe Object in Ventralansicht. Die Buchstaben entsprechen jenen der Fig. 6.

Fig. 8 (50). Sprosstück von Zoopsis argentea in Rückenansicht.

Fig. 9 (50). Sprosstück von Zoopsis setulosa in Rückenansicht.

Fig. 10 (50). Sprosstück einer Zoopsis mit entwickelten Blättern.

Fig. 11 (350). Seitenansicht auf das Rudiment eines seitenständigen Blattes von Zoopsis argentea. a) Papille (sammt Tragzelle) dem Blattoberlappen, b) dem Blattunterlappen entsprechend.

Fig. 12 (350). Aehnliches Präparat von Zoopsis setulosa.

Ueber

Geschichte und Bedeutung

alter und neuer

Masssysteme und Gradmessungen.

Von Prof. **A. Kautzner.**

I.

„Die Gleichförmigkeit der Gewichte, Masse und Münzen wird ein weiterer grosser Schritt sein auf dem Wege zur Annäherung aller Völker. Nur ein blindes Vorurtheil, welches keine Sympathie verdient, kann derselben entgegen sein."

Chevalier.

Die jüngste Jahreswende brachte uns eine neue Mass- und Gewichts-Ordnung[1]), durch deren Annahme Oesterreich-Ungarn in die sogenannte metrische Union eintrat, welche gegenwärtig schon mehr als 200 Millionen Menschen beherrscht. In diesen metrischen Unionsstaaten, wozu Frankreich, Belgien, Holland, Italien, Spanien, Portugal, Schweiz, Deutschland, etc. gehören, sind *alle* alten Masse und Gewichte vollständig ausser Gebrauch gesetzt und durchaus metrische Masse eingeführt.

Bei der grossen weltumspannenden Bedeutung dieser Mass-Reform und bei der tief einschneidenden Wirkung derselben für alle Stände und Berufskreise dürfte eine etwas vertieftere Betrachtung und Beleuchtung der hervorragendsten historischen und sachlichen Momente dieses Gegenstandes, selbst für weitere Kreise, nicht ganz ohne Interesse sein.

Wir wollen nun zunächst die allgemeinen Grundsätze und leitenden Ideen, welche bei Masssystemen überhaupt eine Rolle

spielen, entwickeln und sodann die beiden originellsten Repräsentanten von genial eingerichteten Masssystemen, auf welchen Alterthum und Neuzeit weiterbauten, vorführen. [2])

Alle Masse der sinnlichen Welt scheiden sich in drei Classen: nämlich in Zeit-, Raum- und Gewichts-Masse und bei der Aufstellung eines zweckmässigen, den Bedürfnissen der Wissenschaft und des praktischen Lebens genügenden Masssystemes sind drei Hauptprobleme zu lösen. Erstlich handelt es sich um die Feststellung eines (wenn möglich aus der Natur stammenden) unveränderlichen, für alle Zukunft zu sichernden Grund- oder Urmasses; d. i. das sogenannte Problem des Naturmasses, welches sich, wie man heutzutage weiss, wohl mit grosser Annäherung, nicht aber genau, lösen lässt. Denn wir besitzen lauter conventionelle Masse, welche nur in ihren verhältnissmässigen Werthen mit sehr grosser Genauigkeit festgestellt sind. Zweitens sind aus diesem Urmasse alle übrigen Massarten in einfacher und leicht überblicklicher Weise abzuleiten, wodurch eben ein Masssystem entsteht. Drittens sind die Hilfsapparate und Methoden zum Messen und Wägen auf das Schärfste und Sorgfältigste einzurichten und auszubilden.

Das Urmass selbst lässt sich aus der Natur, und zwar der Erde entnehmen, wobei entweder deren Dimensionen oder deren Bewegungen den Ausschlag geben können.

Das zweite Problem bezüglich des organischen Zusammenhanges der verschiedenen Massarten lässt sich auf zwei Hauptarten lösen und zwar je nachdem man vom Körper- oder vom Längen-Masse ausgeht.

Angenommen, es sei durch irgend welche Mittel ein ganz bestimmtes Gewicht als Urmass gefunden, so kann man sich dasselbe durch eine gleichgewichtige Wassermenge ausdrücken. Diese Wassermenge würde wieder einen genau bestimmbaren Hohlwürfel füllen, wodurch ein Raum- oder Hohlmass gegeben ist. Eine Seitenfläche dieses Würfels (Kubus) würde die Einheit der Flächenmasse, und die Kante desselben die Einheit der Längenmasse liefern.

Umgekehrt, denkt man sich auf irgend eine Weise eine fest bestimmte Länge als Urmass gefunden, so kann man sich aus ihr sehr leicht und einfach Quadrate und Würfel bauen,

und dadurch Einheiten für die Flächen- und Raum-Messung gewinnen. Denkt man sich nun ein Hohlgefäss gleich dem Einheitswürfel mit Wassser gefüllt, so bestimmt das betreffende Gewicht die Gewichtseinheit.

Der erste dieser Wege wurde bei einem im grauen Alterthume geschaffenen Mass- und Gewichts-Systeme eingeschlagen, d. i. im chaldäischen Reiche Babylon; der zweite im 18. Jahrhundert bei der Schöpfung des metrischen Systems in Frankreich.

Der geniale und verdienstvolle Alterthumsforscher August Böckh, dem wir diese werthvollen und interessanten Forschungen über das Masssystem der Babylonier (aus welchem die Masssysteme der alten Völker hervorgingen) verdanken, fusst auf nachfolgenden Deductionen.[2])

Die Astronomie, Baukunst, Gewerbe, Handel, etc. befanden sich im alten Babylon schon in ziemlicher Blüthe, daher musste Mass und Gewicht bei den Babyloniern schon früh geregelt gewesen sein, und zwar geschah dies durch die sternkundigen Priester.

Die astronomischen Beobachtungen setzen bekanntlich sorgfältige Zeitmessungen voraus, und diese wurden nach uralter Weise durch den Abfluss von Wasser aus Gefässen (Zeitgefässen) vollzogen. Die Babylonier theilten ferner den Tag und ebenso die Nacht in zwölf Stunden, und benützten zur Abmessung dieser Theile das Wasser. Nach Professor Ideler wurden diese Wassermengen nicht blos durch Abmessen, sondern auch durch Abwägen verglichen. Hieraus folgt, dass die Babylonier zu ihren Zeitbestimmungen genau bestimmte Volumina benöthigten, welche sie zwölftheilig eintheilten, und ferner, dass sie das Verhältniss bestimmter Volumina (Rauminhalte) Wasser und deren Gewicht genau kannten.

Aus Böckh's scharfsinnigen Beweisführungen ergeben sich folgende Hauptresultate: das Urmass war ein durch Zeitmessung gewonnenes Hohlmass — ein Würfel — dessen Inhalt an Wasser ein bestimmtes Gewicht (babylonisches Talent) bildete. Die Zeitgefässe gaben ferner (entweder unmittelbar, oder indem andere Gefässe gebildet wurden, welche mit jenen Urgefässen in sehr einfachen Verhältnissen standen) die Grössen für die Hohlmasse ab. Diese Hohlmasse lassen sich bei den Egyptern, Hebräern,

Phöniziern, dann weiter bei den Griechen und Römern nachweisen und erscheinen bei den Letzteren, z. B. in der Amphora, welche mit dem berechenbaren altbabylonischen Hohlmasse ganz einerlei ist. Dieselben Zeitgefässe sind ferner der Ursprung der (Flächen- und) Längenmasse, indem die Kante eines der würfelartig geformten Hohlgefässe die Längenmasseinheit bildete.

Endlich gab der Wasserinhalt der Zeitgefässe das Gewicht her, und dasselbe Gewicht aus einem edlen Metalle gebildet, war zugleich die Grundlage des *Geldes*.

Wie die alte heilige Elle von Babylon sich unter den Werkmeistern des Orients bis zu den Arabern und bis jetzt erhalten hat, so erhielt sich auch der römische Fuss. Ebenso haben sich die alten Gewichte in ihren Abkömmlingen: dem äginäischen Pfunde, der Augsburger Silbermark, dem alten deutschen Münzgewicht und dem englischen Troy-Pfund erhalten. Man kann also mit Recht sagen, es wurde bis vor Kurzem, ja es wird theilweise noch jetzt, mit Abkömmlingen von Abkömmlingen altbabylonischer Masse gemessen und gewogen, d. h. mit Massen, deren Fundamentalbestimmungen vor Jahrtausenden vollzogen wurden.

In dem geschilderten alten Masssysteme haben wir ein solches vor uns, in welchem *alle Masse:* der Zeit, des Raumes, der Masse und des Geldes streng logisch miteinander verknüpft sind; ein uraltes Masssystem also, welches durch Genialität in der Anlage, klare und scharfe Auffassung der Grundprincipien den besten modernen Leistungen ebenbürtig gegenüber steht.

Seit jenen ältesten Zeiten geschah jedoch bis zum Schlusse des 18. Jahrhunderts für eine Neubelebung oder eine Neuschöpfung eines Masssystems nichts.

Den Franzosen gebührt das Verdienst, ein für den „internationalen Verkehr" wohl geeignetes Masssystem geschaffen zu haben.

Im Jahre 1788 stellten nämlich zahlreiche Wahlkreise und Städte die Forderung auf Abschaffung der vielerlei verschiedenen Masse, welche nur zu Missbrauch und Betrügereien Anlass gaben. Talleyrand-Perigord vertrat 1790 diese Anträge vor der constituirenden Versammlung, und sofort wurde eine aus den berühmten Gelehrten: Borda, Condorcet, Lagrange,

Laplace und Monge zusammengesetzte wissenschaftliche Commission mit der Ausarbeitung eines Gutachtens über das anzunehmende Masssystem beauftragt.

Man war längere Zeit zweifelhaft, ob ein aus den Dimensionen der Erde abzuleitendes Mass oder die Länge des einfachen Sekunden-Pendels den Vorzug verdiene. Da die letztere von der an sich willkürlichen Eintheilung des Tages in Sekunden abhängig und ausserdem verschieden ist für verschiedene geographische Breiten, so entschied man sich für ersteres.

Die betreffenden Vorschläge dieser Commission wurden im März 1791 von der Nationalversammlung angenommen und bestanden im Wesentlichen darin, den zehnmillionsten Theil des nördlichen Erdmeridian-Quadranten, d. i. das Meter, als Normal-Längeneinheit zu beantragen.

Als Ausführungsmittel dieser Anträge schlug die Commission vor, den Meridianbogen, welcher von Dünkirchen über Paris bis Barcelona reicht, mit den vorzüglichsten Hilfsmitteln (geodätisch und astronomisch) zu messen und hieraus die Grösse des Quadranten abzuleiten.

Auf Grundlage dieser von den beiden Astronomen Méchain und Delambre im Jahre 1792 begonnenen und 1798 vollendeten Gradmessung, welche sich beinahe auf einen Bogen von 10 Grad erstreckte, wurde die definitive Länge des Meters mit 443·296 Linien des alten Pariser-Masses (Toise von Peru) bestimmt und durch das Gesetz vom 10. December 1799 festgesetzt.

Es wurden sodann zwei Etalons (Originalmassstäbe) aus Platin angefertigt, welche bei der Temperatur des schmelzenden Eises genau die Länge des Meters darstellen. Das eine dieser Prototypmeter wurde im Reichsarchive, das andere auf der Pariser Sternwarte aufbewahrt.

Um die Länge des Meters, falls das Urmass sich veränderte oder durch irgend welche Umstände verloren ginge, jedesmal wieder auffinden zu können, ohne erst die Länge eines Meridiangrades von Neuem messen zu müssen, hat man das Meter auf die Länge des Sekundenpendels zurückgeführt und gefunden, dass ein Pendel, welches unter dem 45. Breitegrade, im luftleeren Raume, am Niveau des Meeres und bei der Temperatur des

schmelzenden Eises, in jeder Sekunde eine Schwingung macht, 0·99535 Meter lang ist.

Aus späteren Untersuchungen über die Grösse unserer Erde hat sich allerdings ergeben, dass das Meter nicht der 10,000.000ste, sondern der 10,000.856ste Theil des Meridian-Quadranten ist; allein der Unterschied ist so gering, dass dadurch das Meter nur etwa $\frac{1}{10}$ Millimeter zu kurz ist. Es ist sonach das Meter gegenwärtig für uns nur als ein „gut bestimmter Normal-Etalon" zu betrachten, welcher näherungsweise das beabsichtigte Grössenverhältniss zur Erde besitzt.

Auf dieser genau definirten und gesetzlich festgestellten Längeneinheit wurde nun in höchst sinnreicher Weise das ganze, organisch gegliederte, metrische System aufgebaut.

Die Grundbestimmungen desselben sind kurz folgende: Man benützt nur *vier* Haupt- oder Grund-Einheiten, nämlich das Meter, Ar, Liter und Gramm. Die Einheit des Flächenmasses ist ein Quadrat von 10 Meter Seite = Ar; Einheit des Körpermasses und Hohlmasses ist ein Würfel von $\frac{1}{10}$ Meter Kantenlänge = Liter; Einheit des Gewichtes ist der Wasserinhalt eines Würfels von $\frac{1}{100}$ Meter Kantenlänge = Gramm. Münzeinheit endlich ist der Frank = 5 Gramm Silber im Feingehalt von $\frac{9}{10}$, also = 4·5 Gramm fein Silber. Der Werth des Goldes wird $15\frac{1}{2}$ mal grösser angenommen, so dass 1 Frank in Gold = $\frac{29}{31}$ Gramm fein Gold ist.

Aus jeder Grund-Einheit werden deren Oberstufen durch Vervielfachung mit 10, und deren Unterstufen durch Theilung mit 10 abgeleitet. Diese Vielfachen sind 10, 100, 1000 und dieselben werden mit den aus dem Griechischen stammenden Vorsilben: Deka = D, Hekto = H, Kilo = K bezeichnet; die Theile sind $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ und sie werden mit den aus dem Lateinischen stammenden Vorsilben Deci = d, Centi = c, Milli = m ausgedrückt.[3]) Diese geistreiche, allgemein auf der ganzen Erde einführbare. Bezeichnung verdankem wir dem berühmten holländischen Gelehrten van Swinden.

Was nun die Vorzüge des metrischen Systemes anbelangt, so bestehen diese, ausser in der damit gewonnenen, unendlich wichtigen Mass-Einigung, erstens in der consequenten Durchführung der decimalen (zehntheiligen) — unserem Zahlen-

systeme angepassten — Theilung; zweitens in der einfachen, organisch gegliederten, Beziehung der verschiedenen Massgattungen zu einander, und drittens in der äusserst rationellen Nomenklatur. Diese Vorzüge machen das metrische System zu einem wahrhaften „Welt- oder kosmopolitischen Systeme“ [4]).

Die Masseinigung drängte natürlich nicht, so lange der Verkehr, in welchem nach Mass und Gewicht operirt wird, sich blos in kleinen Kreisen bewegte; es mag da wohl ziemlich gleichgiltig sein, welches Mass das gesetzliche sei, wenn dabei nur von Seite der Regierung Sorge getragen wird, dass die ortsüblichen Masse genau mit den vorgeschriebenen übereinstimmen und nicht gefälscht werden.

Wesentlich anders verhalten sich die Dinge, seit die grossen technischen Erfindungen des 19. Jahrhunderts, — Eisenbahnen, Dampfschiffe, Telegraphen, etc. — Handel und Verkehr zum Welt-Handel und Welt-Verkehr entwickelten. Seitdem ist es keinem Zweifel mehr unterworfen, dass durch die Verschiedenheit des Mass- und Geldwesens viele nationale Verbindungen, wenn nicht vereitelt, so doch sehr erschwert, mitunter unrichtige Calculationen, und ausser Zeit- und Geld-Verlust oft auch absichtliche Uebervortheilungen verursacht werden. Da kann nur durch Einführung einer *gemeinsamen „Mass- und Gewichts-Sprache“* für Wissenschaft und Praxis geholfen und dem alten, unerträglichen und entsetzlichen Wirwarr in „Mass und Gewicht“ ein sicheres Ende bereitet werden [5]).

Da die Normaleinheit des metrischen Systems, d. i. das Meter durch eine Gradmessung gefunden wurde, so ergibt sich nun naturgemäss die Frage, welche Aufgaben stellen sich die Gradmessungen? Um auch dieses hochinteressante und lehrreiche Gebiet wenigstens in seinen Grundzügen zu betreten und von dessen Wesen und Bedeutung ein möglichst klares Bild zu entwerfen, dürfte eine historisch gehaltene Skizze der geeignetste Weg sein.

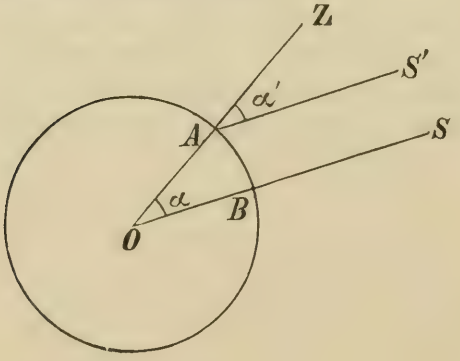
II.

„Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume sind mittlere Zahlenwerthe der letzte Zweck; sie sind der Ausdruck physischer Gesetze, die Mächte des Kosmos."

Alex. von Humboldt.

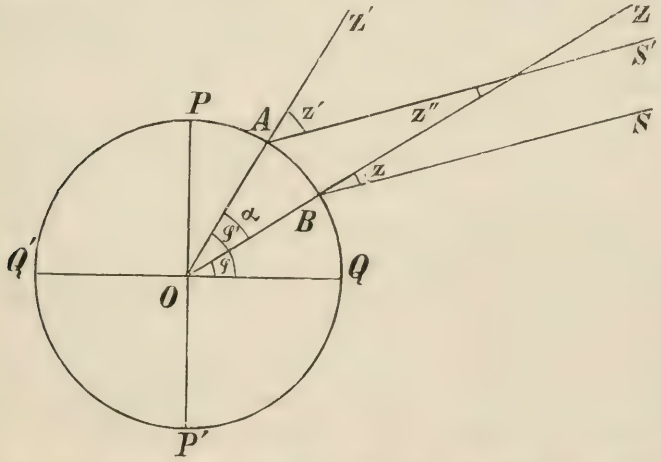
Die Frage nach der Figur und Grösse der Erde [6]) ist uralt und es liegen diese Forschungen dem wissenschaftlichen Streben des menschlichen Geistes so nahe, dass wir denselben in jeder namhaften Culturepoche begegnen. Schon die Pythagoräer lehrten die Kugelgestalt der Erde und Aristoteles, Archimedes, so wie Claudius Ptolemäus schufen die ersten exacteren Beweisgründe für die Behauptung von der Kugelgestalt der Erde [7]).

Der erste Versuch, die Grösse der Erde nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu bestimmen, ging von der berühmten, um die Förderung der Mathematik und Astronomie hochverdienten alexandrinischen Akademie aus. Der vom König Ptolemäus Euergetes an die alexandrinische Bibliothek berufene Eratosthenes (276—196 v. Chr.) nämlich war es, welcher um 220 v. Chr. die erste sogenannte Gradmessung zwischen Alexandrien *(A)* und dem südlich davon liegenden Syene *(B)*, dem heutigen Assuan, ausführte. Er nahm an, dass die beiden Städte unter einerlei Meridian (Mittagskreis) liegen und gemäss den Angaben der königlichen Wegmesser 5000 Stadien (à 185 Meter) von einander entfernt seien.



Sodann bestimmte er den Winkel α (Amplitude genannt), welchen die durch die Endpunkte des Meridanbogens AB gehenden Lothlinien (Radien) am Erdcentrum O bilden, zu $7\frac{1}{5}$ Grad.

So oft nun dieser Winkel in 360 Grad enthalten ist (d. i. 50mal), eben so oft ist der Bogen $A\,B$ im Erdmeridanumfang enthalten, d. h. der Erdmeridanumfang beträgt $5000 \times 50 = 250000$ Stadien oder circa 46,000000 Meter, also Fehler $= + 15\%$. (Hieraus ergibt sich leicht der Radius, die Oberfläche und das Volumen der Erde nach sehr bekannten geometrischen Lehrsätzen.) Den besagten Winkel α bestimmte Eratosthenes durch die Zenithdistanz $\alpha' = \alpha$ der Sonne in Alexandrien, d. i. der Winkel der verlängerten Lothlinie $A\,Z$ mit der Richtung $A\,S'$ der Sonnenstrahlen zur Zeit der Sommersonnenwende um Mittag, wo die Sonne sich zu Syene in einem tiefen Brunnen spiegelte, also im Zenith von B stand. Es erfordert also eine solche Erdmessung eine directe Messung eines Meridianbogens, d. i. eine geodätische Operation und astronomische Bestimmungen. Nach beiden Richtungen hat die Messung von Eratosthenes Gebrechen, wenngleich die Methode, im Princip, als correct zu bezeichnen ist[8]).



In etwas allgemeinerer Fassung lässt sich das obige Erd-Messungs-Princip so darstellen: Es seien wieder A und B zwei Beobachtungsorte auf demselben Meridian und die Länge des zum Centriwinkel α gehörigen Bogens $A\,B = l$, so wie der Erdradius $O\,A = r$, so ergibt sich aus der Proportion: $l : 2\,r\,\pi = \alpha° : 360°$ für den Erdradius r die Formel

$$r = \frac{180\,l}{\alpha\,\pi}$$

Ist ferner in obiger Figur $P\,Q\,P'\,Q'$ der Meridian, der durch die Beobachtungsorte geht, $P\,P'$ die Erdaxe, $Q\,Q'$ der Aequator und O das Erd-

centrum, so ist $\sphericalangle BOQ = \varphi =$ der geographischen Breite (Polhöhe) von B. Verlängert man OB, d. i. die Lothrichtung in B, bis an das Himmelsgewölbe, so bestimmt der Durchschnitt derselben mit der scheinbaren Himmelskugel den Scheitelpunkt oder das Zenith Z des Beobachters in B. Für einen Beobachter in A ist $\sphericalangle AOQ = \varphi' =$ der geographischen Breite und Z' das Zenith von A. Man hat daher den zum Bogen AB gehörigen Centriwinkel $\alpha = AOB =$ Amplitude im Meridian $= \varphi' - \varphi$ gleich der Differenz der geographischen Breiten der unter einerlei Meridian liegenden Erdorte A und B.

Befände sich nun in S ein Gestirn und würde sein Abstand vom Zenith, d. i. der $\sphericalangle ZBS = z$ in dem Momente gemessen, wo dasselbe durch den Meridian geht (in welchem Falle z′ Meridianzenithdistanz heisst) und würde in A der Abstand desselben Gestirnes vom Zenithe Z', d. i. die Meridianzenithdistanz $Z'AS' = z'$ bestimmt, so ist, weil wegen der überaus grossen Entfernung des Gestirnes die Visurlinien BS und AS' zu einander parallel sind $\sphericalangle z'' = z$ und da $\sphericalangle \alpha = z' - z''$ ist, so folgt $\sphericalangle \alpha = z' - z$, d. h. der Krümmungswinkel α ist gleich der Differenz der Meridianzenithdistanzen eines und desselben Gestirnes an beiden Beobachtungsorten. Ermittelt man sonach die Amplitude α auf astronomischem Wege und den Meridian-Bogen $AB = l$ auf geodätischem Wege durch directe Messungen, oder durch eine sogenannte Triangulation, so lässt sich aus diesen Daten der Erdradius r nach obiger Formel leicht ableiten. Eine solche Messung heisst sodann eine Breitengradmessung.

Eine weitere solche Erdmessung vollzog Posidonius 80 v. Chr. zwischen Alexandrien und Rhodus, welche Orte gleichfalls (aber fälschlich) unter einerlei Meridian, und 5000 Stadien von einander entfernt, angenommen wurden. Die zugehörige Amplitude fand er mittelst des Sternes Canopus gleich $7\frac{1}{2}$ Grad, (d. i. $\frac{1}{48} 2\pi$). Hieraus ergibt sich der Erdumfang gleich 240.000 Stadien oder rund gleich 44,000.000 Meter, also Fehler $= +$ 10%. — Es wird aber dem Posidonius noch eine andere Angabe, von 180.000 Stadien, für den Erdumfang zugeschrieben und zwar von *Strabo*. Dann folgten die Araber, die auf Befehl des gelehrten Kalifen Al Mamun, 827 n. Chr. in der Ebene von Sinjar bei Bagdad mit Stäben zwei Meridiangrade massen und im Mittel für einen Grad $56\frac{2}{3}$ arabische Meilen (zu 58700 Toisen) fanden.

Erst nach dem Mittelalter, mit dem Wiederaufblühen der Wissenschaften zu Anfang des sechzehnten Jahrhunderts tauchte die Frage nach der Erdgrösse wieder auf. Im Jahre 1525 nämlich vollführte der französische Arzt und Mathematiker

Fernel die erste europäische Messung, indem er von Paris aus einen Grad nach Norden absteckte und dessen Bogenlänge durch Abfahren (aus der Umdrehungsanzahl seiner Wagenräder, deren Umfang er genau kannte) zu 57070 Toisen [9]) ermittelte. Dieses Resultat ist jedoch nur durch die glückliche Compensation der Fehler ein genügendes.

Einen wirklichen und wesentlichen Fortschritt brachte in die Erdmessungsfrage erst der berühmte holländische Mathematiker u. Physiker Willebrord Snellius (1591—1626) durch die Erfindung der sogenannten Triangulation. Dieses neue Princip, welches nunmehr bei allen Gradmessungen in Anwendung kommt, besteht darin, die Länge des Meridianbogens zwischen den Parallelkreisen (Parallelen) der Endpunkte der Messung durch eine Kette von Dreiecken (ein Dreiecksnetz) zu ermitteln, welche sich zwischen diesen Punkten erstreckt und worin nur eine einzige Seite, die sogenannte Basis, ausserdem aber jeder Winkel gemessen wird. Die Ecken dieser Dreiecke werden zumeist durch eigens gebaute und sorgfältig gesetzte Signale, welche oft meilenweit abstehen, kenntlich gemacht; die Dreieckseiten selbst werden von jenen flachen Bögen gebildet, die man erhält, wenn man die geometrische Erdoberfläche durch Vertikalebenen schneidet, die von einer Signalaxe zur andern sich erstrecken.

Aus der mit möglichster Genauigkeit gemessenen Basis und den mit geeigneten Winkelmessinstrumenten gefundenen Dreieckswinkeln werden die sämmtlichen anderen Seiten des Dreiecksnetzes nach den Vorschriften der Trigonometrie berechnet. Um ein klares Bild dieses Rechnungsvorganges zu gewinnen, beachte man zuerst das eine von den zwei an der Hauptbasis aufruhenden Dreiecken; in demselben kann man nun aus der gemessenen, also bekannten Basis und deren Anwinkeln die beiden anderen Seiten — und zur Controle den dritten Winkel — berechnen, wodurch die Spitze dieses Ausgangs-Dreiecks der Lage nach fixirt ist. Auf gleiche Weise geht man nun von diesen gerechneten Seiten auf neue Dreiecke über, bis man mit der Rechnung an dem einen Endpunkte des Meridianbogens anlangt und in derselben Weise verbindet man mit dem zweiten Dreiecke an der Basis die Kette der an den zweiten Messungsendpunkt führenden Dreiecke.

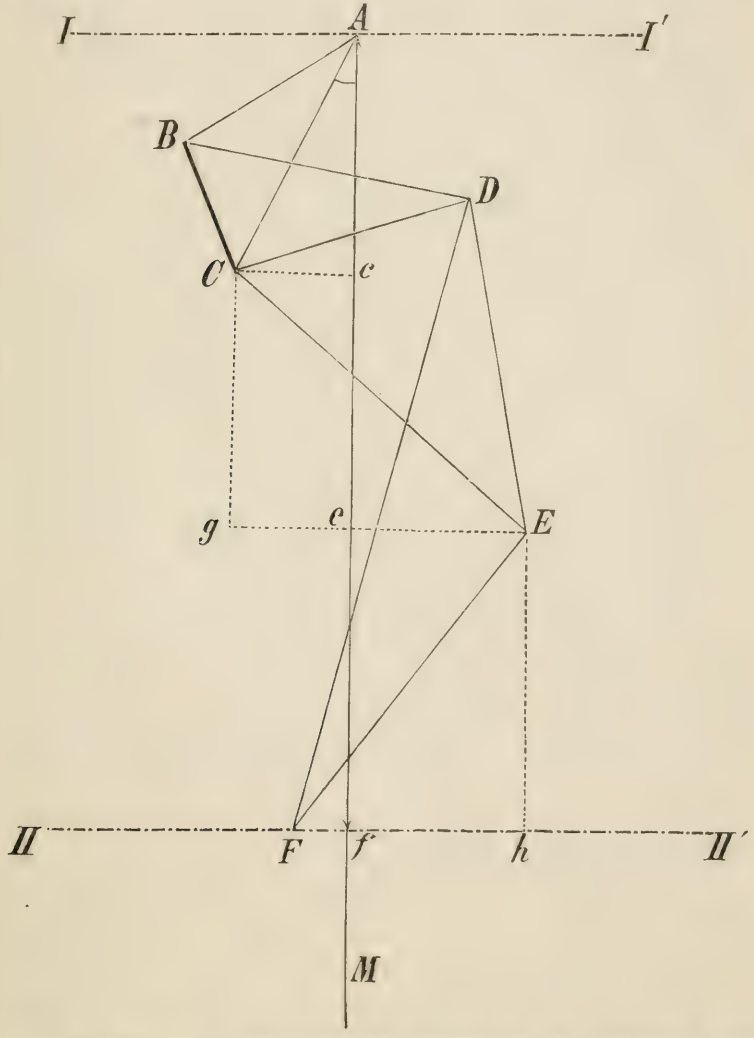
Ferner müssen die Winkel, welche die Dreiecksseiten mit der Mittagslinie bilden, bestimmt werden. Diese Horizontalwinkel, die das Dreiecksnetz gegen die Mittagslinie orientiren, heissen Azimuthe und dieselben können sämmtlich berechnet werden aus einem einzigen gemessenen Azimuthe. Diese Beobachtung wird an der Sternwarte des Landes vollzogen und erfordert die genaue Meridianbesimmung des Beobachtungsortes, welcher wo möglich ein Eckpunkt des Netzes sein soll.

Zum Schlusse endlich ist das Dreiecksnetz gegen den Aequator und gegen den ersten Meridian festzulegen oder zu orientiren, wozu die bekannte geographische Breite und Länge der Sternwarte genügt, weil man sodann hieraus die Breite und Länge jedes Netzpunktes aus den Dreiecksmessungen zu berechnen vermag. Diese derart ermittelten Längen und Breiten nennt man die geodätischen, zur Unterscheidung von den astronomischen, welche auf einzelnen, hiezu besonders tauglichen Dreieckspunkten durch unmittelbare Beobachtungen von Sternen gefunden werden. Die Dreiecke des Netzes sind bezüglich sphärische oder sphäroidische, je nachdem man die Erde als Kugel oder als Sphäroid betrachtet. Die Dreiecksseiten selbst sind demgemäss entweder Stücke von grössten Kreisen oder geodätische (d. h. kürzeste) Linien.

Snellius vollzog seine Messung 1615 zwischen den Städten Alkmaar, Leyden und Bergen-op-Zoom. Er setzte die Erde als Kugel voraus, wesshalb seine Dreiecke sphärische waren und der Meridian zwischen seinen Endstationen ebenfalls ein Kreisbogen war. Trotzdem konnte er seine Dreiecke wie ebene ansehen und rechnen, weil seine Messung keine grosse Ausdehnung hatte und durch seine noch unvollkommenen Winkelmessinstrumente eine Differenz zwischen den Winkelsummen eines ebenen und sphärischen Dreiecks, (d. i. der sphärische Excess) wohl nicht zum Ausdrucke kommen konnte.

Die Horizontalwinkel wurden nämlich mittelst eines kupfernen Quadranten von zwei Fuss Radius gemessen, der direkt von drei zu drei Minuten getheilt und mit Transversalen versehen war, die die Winkel auf eine Minute abzuschätzen ermöglichten. Ein Quadrant von fünf Radius, der Dioptern hatte, diente zu den astronomischen Beobachtungen. Die Basis endlich wurde mit der Messkette ermittelt. Diese Messung lieferte (für die Gradlänge 55072

Toisen und) für den Meridian-Quadranten = 960000 Meter, also Fehler = — 3·4 %: sie ist also nicht besonders scharf, aber durch ihre neue Triangulirungsmethode wurde eine neue Epoche der Erdmessungen geschaffen. Snellius wiederholte selbst 1622 seine Messung, wurde aber an der Ausrechnung durch einen frühzeitigen Tod gehindert [10]).



Zur deutlichen Beleuchtung der Methode der Snellius'schen Triangulirung diene die nachfolgende Darstellung. Es sei AM ein Bogen eines Erdmeridians und es sei die Entfernung Af der durch die Punkte A und F

gehenden Parallelkreise zu bestimmen. Man messe zu dem Zwecke an einer geeigneten Stelle eine Basis, z. B. BC und verbinde die Punkte A und F durch ein Dreiecksnetz, wie etwa die Figur zeigt, und messe in demselben ferner sämmtliche Dreieckswinkel. Im $\triangle BCA$ ergeben sich nun aus der Basis und deren Anwinkel durch trigonometrische Rechnung die 2 Seiten AB und AC. Ebenso folgen aus $\triangle BCD$ die Seiten BD und CD. Im anliegenden $\triangle CDE$ kennt man nun CD und die anliegenden Winkel, woraus sich CE und DE ergeben. Endlich ist aus $\triangle DEF$ auf ähnliche Art Seite DF und EF findbar. Mithin sind die Theil-Strecken der gebrochenen Linie $ACEF$ und die $\sphericalangle ACE$ und $\sphericalangle CEF$ als bekannt anzusehen. Man beobachte nun noch den $\sphericalangle CAM =$ Azimuth der Seite AC (d. i. der Winkel der Seite AC mit der für den Ort A gezogenen Mittagslinie), ziehe von C, E, F die Senkrechten Cc, Ee, Ff auf AM und $Cg \parallel AM$; $Eh \parallel AM$. Im $\triangle ACc$ kann man sodann aus der Hypotenuse AC und dem Azimuthe ACc leicht die Kathete $\overline{Ac}$ finden. Nun ist $\sphericalangle gCA + CAM = 180^0$, also $\sphericalangle gCA = 180 - CAM$ und ferner ist $\sphericalangle ACE$ durch die Dreieckswinkel gegeben folglich ist auch $\sphericalangle gCA - ACE = \sphericalangle gCE =$ Azimuth von CE bekannt; man kann daher aus dem rechtwinklichen $\triangle CEg$ die Seite Cg oder die ihr gleiche ce berechnen. Endlich ist $\sphericalangle CEh = 180^0 - ECg$ und der $\sphericalangle FEC$ gegeben, woraus sich $\sphericalangle FEh$ ergibt. Aus dem rechtwinklichen $\triangle FEh$ kann man nun Eh rechnen, die aber gleich ef ist. Dies gibt das Resultat Meridian-Bogen $\overline{Af} = \overline{Ac} + \overline{ce} + \overline{ef}$.

Da es sich nur um den Abstand der durch A und F (oder A und f) gelegten Parallelkreise handelt, so zeigt obige Betrachtung, wie man sich von der Bedingung, dass die beiden Stationen unter demselben Meridian liegen müssen, ganz unabhängig machen könne.

Ausgerüstet mit der Snellius'schen Methode der Triangulation, ausgerüstet mit verbesserten Winkelmessinstrumenten, welche schon mit Fernröhren (mit Fadenkreuz) versehen waren, ausgerüstet endlich auch mit Logarithmen-Tafeln, welche den Calcül so wesentlich erleichtern, vollführte der berühmte französische Astronom Jean Picard (1620—1682) in den Jahren 1669 und 1670 im Auftrage der, kurz vorher gegründeten, Pariser Akademie [11]) eine Gradmessung im Meridian von Paris, und zwar zwischen Paris und Amiens; er fand die Länge eines Meridiangrades aus seinem $1^0\ 28'\ 58''$ umfassenden Bogen gleich 57060 Toisen und den Radius der Erde gleich 859 geographischen Meilen [12]).

Dieses Messungsresultat der ersten wissenschaftlichen französischen Gradmessung war nicht nur für die Ermittlung der Grösse des Erdkörpers entscheidend, sondern gab auch den genialen Engländer Isaak Newton [13]) (1642—1727), die Mittel zur Hand,

seine früheren Untersuchungen über das Gravitationsgesetz, welche er aus Mangel einer genauen Kenntniss des Erdradius nicht zu Ende führen konnte, wieder aufzunehmen und dadurch sein Gesetz: „Dass jeder Körper den anderen mit einer Kraft anzieht, die der Masse des anziehenden Körpers direct und dem Quadrate der Entfernung beider Körper umgekehrt proportional ist", auf das Schönste und Grossartigste bestätiget zu sehen.

Es zeigt sich hier klar, welch' enormen Dienst die Gradmessungen der Wissenschaft geleistet. Anfänglich blos dahin zielend, nähere Aufschlüsse über die Dimensionen der Erde zu liefern, finden wir dieselben mit der Entdeckung eines der grossartigsten und wichtigsten Naturgesetzes in Verbindung gebracht und zwar einer Entdeckung, welche nachher zur Ergründung der Bewegungen der Himmelskörper, d. i. zur Mechanik des Himmels führte. Diese Arbeiten, welche bisher immer unter der Voraussetzung einer kugelförmigen Erde unternommen wurden, zeigten auf einmal einen anderen, ganz unerwarteten Weg auf zur Lösung der Frage über die wahre Gestalt der Erde.

Als im Jahre 1672 Jean Richer behufs wissenschaftlicher Forschungen nach Cayenne ging, welches fünf Grade nördlich vom Aequator liegt, nahm er auch eine in Paris genau nach Sekunden schwingende Pendeluhr mit und fand, dass in Cayenne das Pendel verkürzt und nach der Rückkehr um dieselbe Grösse (von 1·25 Pariser Linien) wieder verlängert werden musste. Newton sah darin eine nothwendige Consequenz der Rotation und Gestalt der Erde und zeigte aus den Gesetzen der Schwere und Schwungkraft nach den Principien der Mechanik, dass die Erde nur die Form eines abgeplatteten Sphäroids (Rotations-Ellipsoids) haben könne und dass das Verhältniss der beiden Axen der die Oberfläche erzeugenden Ellipse 230 : 229, also die Abplattung am Pole $= \frac{1}{230}$ sei.

Dasselbe allgemeine Resultat erhielt bald darnach auch Huyghens; nur die Abplattungswerthe differirten.

Andererseits erhielten aber die Cassini [12]) und La Hire, als sie gegen das Ende des 17. Jahrhunderts (1683) die Picard'sche Gradmessung von Paris nach Süden (wohl auch wegen Anfertigung einer Karte) fortsetzten und 1718 vollendeten, statt einer etwas kleineren eine etwas grössere Gradlänge, wesshalb sie behaupteten, die Erde habe eine eiförmige Gestalt. Hieraus ent-

stand nun zwischen der Pariser Akademie und den Anhängern Newton's ein über fünf Jahrzehnte andauernder Streit über die wahre Gestalt der Erde, welcher mit hoher Leidenschaftlichkeit geführt wurde.

War nun Newton's Ansicht von der Gestalt der Erde richtig, so musste sich zwischen einem Meridiangrade in der Nähe des Aequators und einem solchen im hohen Norden ein erheblicher klar hervortretender Unterschied ergeben. Es war daher von entscheidender Bedeutung, dass einerseits La Condamine und Bouguer durch Vermittlung des Cardinals Fleury, den der Astronomie günstig geneigten Louis XV. zu bestimmen wussten, unter ihrer Leitung eine Gradmessung in *Peru* [14]) anzuordnen und andererseits Maupertuis und Clairaut die Bewilligung zu einer gleichzeitigen Expedition nach *Lappland* erhielten.

Wenn nun die durch beide Forschungsreisen gewonnenen Resultate mit einander vergleichbar sein sollten, so musste einerlei Längeneinheit zu Grunde gelegt werden und da zeigte sich jetzt zum erstenmale das Bedürfniss nach einer bestimmten Messeinheit. Man liess daher zwei sorgfältig gearbeitete und einander gleiche Toisen anfertigen, welche von dieser Zeit an als Normaleinheiten des französischen Längenmasses dienen sollten. Die Toise wurde so gewählt, dass sie mit den unter gleicher Benennung im Gebrauche befindlichen Massstäben möglichst übereinstimmte. Die in Lappland angewandte Toise wurde später durch Schiffbruch beschädigt; die andere jedoch wurde unversehrt zurückgebracht und ihre Länge (bei 13° Reaumur) unter dem Namen „Toise von Peru" als Einheit des französischen Längenmasses erklärt [9]).

Die nördliche Expedition ging unter Maupertuis, Clairaut, Calmus, Le Monnier und Outhier, welchen sich der schwedische Physiker Celsius anschloss, 1736 nach Lappland. Sie brachten ihre Arbeit 1736—1737 fertig und massen einen Meridianbogen von fast einem Grad Länge zwischen Tornea und dem Berge Kittis. Sie fanden für die Grundlänge unter 66° 20′ nördl. Breite 57437 Toisen [15]).

Die peruanische Expedition verliess am 16. Mai 1735 Europa unter der Führung von La Condamine, Bouguer und Godin, (welchen sich spanischer Seits zwei Offiziere, Don Antonio Ulloa und Don Jorge Juan und ausserdem der

Botaniker Joseph Jussieu anschlossen) und mass auf der Hochebene von Quito einen 3° 7′ umfassenden Meridianbogen zwischen den Parallelen von Tarqui (0° 2′ 31″ n. Br.) und Cotesqui (3° 4′ 32″ s. Br.) Die Arbeit wurde 1744 beendigt und die Meridian-Gradlänge unter dem Aequator = 56732 Toisen gefunden. Die benützten Winkelmessinstrumente waren ähnlich jenen bei der ersten Picard'schen Messung, nämlich vier Quadranten und dann Zenithsektoren zur Polhöhenbeobachtung. Im geodätischen Theile der Messung zeigt sich wieder ein Fortschritt, da zwei Basen gemessen wurden und zwar die Hauptbasis im Norden = 6273 Toisen und eine Controlbasis im Süden = 5229 Toisen.

Ein Urtheil über die Genauigkeit der Arbeit gewährt die Angabe, dass die Rechnung für die Länge der zweiten Basis, abgeleitet aus der ersten und den zur Verbindung beider nothwendigen dreissig Dreiecken, 5258 Toisen lieferte.

Von den spanischen Offizieren erreichte Don Jorge Juan nach vielen Irrfahrten Europa am 31. October 1745 bei Brest, Ulloa dagegen wurde unterwegs von einem englischen Kriegsschiff als Gefangener nach Spithead (29. October 1745) entführt und gelangte nach Madrid erst am 25. Juli 1746 nach eilfjähriger Abwesenheit. Von den französischen Gelehrten blieben Godin und Jussieu in Peru zurück, Bouguer aber verliess Quito am 20. Februar 1743 und fuhr den Magdalenenstrom abwärts nach Cartagena. La Condamine, der seine astronomischen Beobachtungen bei Tarqui erst am 11. Mai 1744 beendigen konnte, ging von dort südwärts über Jaen, schiffte sich am 5. Juli auf dem Amazonenstrom ein, fuhr am 12. Juli durch den berühmten Pongo de Manseriche, eine tief in Felsen geschnittene Stromspalte, und erreichte am 19. September Para, das Ziel seiner Thalfahrt. Vor La Condamine war der mächtigste aller Ströme der Erde von einem Gelehrten nicht besucht worden, ihm verdanken wir daher die erste Karte des Amazonas, welche sich auf astronomische Bestimmungen gründet, barometrische Messungen der Spiegelhöhen, der Breite und Wasserfülle des Stromes an mehreren Stellen, sowie Beschreibungen der Pororocas oder Fluthwellen, die hoch in den Strom hinauf sich ergiessen, endlich die ersten Proben des Curare oder Pfeilgiftes, welche nach Europa gelangten. Von Para begab er sich noch nach Cayenne und erreichte Paris am 26. Februar 1745.

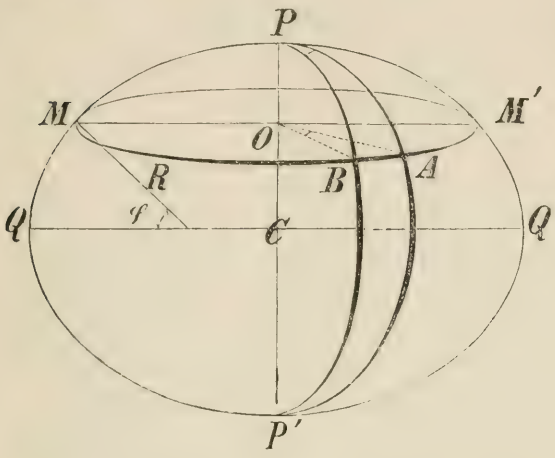
Die Wissenschaft gewann durch diese glänzende Unternehmung ausser der peruanischen Erdbogengrösse eine Reihe von örtlichen Bestimmungen der Missweisung und Senkung der Magnetnadel, sowie Beobachtungen über die örtlichen Längen des Sekundenpendels. Als Bouguer 1738 am Chimborazo verweilte, benützte er die günstige Gelegenheit, um astronomisch zu ermitteln, ob die Zugkraft gewaltiger Bergmassen das Loth aus der senkrechten Linie wirklich ablenke (Localattraction), wie es Newton theore-

tisch vorausgesehen hatte. Bouguer begann bei Condorpalti am 29. November seine Untersuchungen und setzte sie 23 Tage lang fort. Die damaligen Ergebnisse waren der Forderung Newton's zwar nicht ungünstig, aber auch nicht völlig entscheidend. Eine Erdbogenmessung auf einer Hochebene erforderte eine genaue Bestimmung der senkrechten Höhen auf dem trigonometrischen Felde. Bouguer berechnete daher aus den Höhenwinkeln an der Mündung des Esmeraldas die Erhebung der Pyramiden des Ilinissa und knüpfte an sie die ersten Höhenbestimmungen grösserer Gipfel in Peru und überhaupt in Amerika. — (Bouguer's Messungen waren ein grosser hypsometrischer Schatz, denn man konnte damals in ganz Europa, wenn man Scheuchzers unrichtige Barometermessungen abzieht, nur 13 Gipfelhöhen.) — In der Hütte neben dem Signal auf dem Pichincha wurden durch Beobachtung des Luftdrucks die barometrischen mit den trigonometrischen Höhen verglichen. In Quito, wo das Quecksilber sich durchschnittlich auf 20 Zoll 1 Linie erhob, gewahrte man zuerst, dass die Schwankungen des Barometers nie 1 L. $\frac{1}{2}$ überstiegen und auf Godin's Antheil fiel die schöne Entdeckung, dass die Quecksilberhöhen regelmässig im Laufe eines Tages bei gewissen Wendestunden stiegen und sanken. Die Erdbogenmesser wurden ferner Zeugen der Ausbrüche des Cotopaxi 1738 und 1742, und zwar des letztern am 19. Juni, gerade als sie den Kraterrand des Pichincha erstiegen. Auch die Schneelinien und die senkrechten Stufen der Gewächse, die an den Anden wegen ihrer fast geometrischen Schärfe sich nicht übersehen lassen, blieben, wie sich erwarten liess, von den Akademikern nicht unbeachtet.

Nach der Rückkunft beider Expeditionen wurden die Gradmessungs-Arbeiten nochmals bearbeitet und für die Gradlänge unter 45^0 geographischer Breite 57012 Toisen ermittelt. Die Resultate zusammengefasst, erhält man sonach für die Länge eines Meridiangrades bezüglich unter 66^0 20′ nördl. Breite = 57437^t; unter 45^0 Breite = 57012^t und unter dem Aequator = 56732^t. Diese Ergebnisse bestätigen daher Newton's Anschauung über die Erdgestalt auf das Glänzendste. Nachdem nun die Gestalt der Erde als Sphäroid (Rotations-Ellipsoid) erkannt war, so handelte es sich um die Frage, wie misst man auf der sphäroidischen Erdoberfläche und wie sind die betreffenden Beobachtungsergebnisse in Rechnung zu ziehen. Die grössten Mathematiker des achtzehnten und dieses Jahrhunderts, wie Maclaurin, Clairaut, Euler, Laplace, Gauss, Bessel etc. wendeten ihre geistigen Kräfte diesem Probleme zu: Gauss und Bessel danken wir die heutige Ausbildung dieser Theorien.

Bevor wir in der Entwicklung der Gradmessungsarbeiten weiter schreiten, möge der Vorgang gezeigt werden, wie aus den Resultaten zweier ver-

schiedener Gradmessungen die Dimensionen des Erdsphäroids berechnet werden können [16].



Unter der wahren Oberfläche oder der Figur der Erde versteht man jene Fläche, welche die in Ruhe und unter dem Festlande (zusammenhängend) fortgesetzt gedachte Oberfläche der Meere bilden würde. Legt man durch die Rotationsaxe eine Ebene, so erhält man die Meridian-Ellipse, um deren Elemente es sich eben handelt.

In der Figur ist $QPQ'P$ der Meridian, $QQ' = 2a$ die grosse, $PP' = 2b$ die kleine Axe, QQ' der Aequator und C das Centrum.

Es ist nun die Gleichung des elliptischen Meridians:

1) . . . . $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

Bei der Erde heisst ferner:

2) . . . . $\alpha = \frac{a-b}{a}$ = Abplattungsverhältniss; $b = a\,(1-\alpha)$

3) . . . . $e^2 = \frac{a^2-b^2}{a^2}$; e = numerische Excentricität; es ist

4) . . . . $\alpha = 1 - \sqrt{1-e^2}$

Nehmen wir nun an, es sei im Punkte M unter der geographischen Breite φ eine Gradmessung ausgeführt, so lehrt die analytische Geometrie für den Krümmungshalbmesser R im Punkte M die Formel: [17]

5) . . . . $R = \frac{a.\,(1-e^2)}{(1-e^2.\,\sin^2\varphi)^{\frac{3}{2}}}$

Ist nun G die Länge eines Meridiangrades (unter der Polhöhe φ) in irgend einer Masseinheit ausgedrückt, so ist $G : 2R\pi = 1^0 : 360^0$ d. h.

6) . . . . $G = \frac{R.\,\pi}{180}$, oder für R den Werth gesetzt:

$$G = \frac{\pi}{180} \cdot \frac{a.\,(1-e^2)}{(1-e^2.\,\sin^2\varphi)^{\frac{3}{2}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I$$

Hat man nun durch eine zweite Gradmessung für die in ihrer Mitte liegende Polhöhe φ_1 die Meridiangradlänge $= G'$ ermittelt, so ist analog:

$$G' = \frac{\pi}{180} \cdot \frac{a\,(1-e^2)}{(1-e^2 . \sin^2 \varphi_1)^{\frac{3}{2}}} \quad \ldots\ldots (II$$

woraus durch Division und eine kleine Umformung folgt:

$$e^2 = \frac{1 - \left(\frac{G}{G'}\right)^{\frac{2}{3}}}{\sin^2 \varphi_1 - \left(\frac{G}{G'}\right)^{\frac{2}{3}} . \sin^2 \varphi} \quad \ldots\ldots (III$$

Gleichung *III* liefert nun e und damit folgt aus *I* die grosse Halbaxe a und endlich (4) gibt die Abplattung α, so wie (2) den Wert von b.

Der vieljährige wissenschaftliche Streit war somit zu Gunsten der polaren Abplattung der Erde entschieden. Die Gradmessungsfragen traten hiedurch in ein neues wichtiges Stadium, wobei nicht bloss die Grösse der Erde allein, sondern hauptsächlich deren Gestalt, d. i. die Abplattung, den Fragepunkt bildet.

Die Abplattung lässt sich nun, ausser durch Gradmessungen, auch finden durch Pendelbeobachtungen [18]); bei ersteren kommt die Richtung der anziehenden Kraft der Erdmasse und bei letzteren deren Grösse in Betracht. Zur Ermittlung der idealen mathematischen Erdgestalt dienen die Längen der Pendel, welche an jedem Orte Sekunden schlagen oder die Schwingungszahlen, welche ein und dasselbe Pendel an verschiedenen Orten der Erde in einem Tag anzeigt; denn die Aenderung in der Sekunden-Pendel-Länge oder in der Schwingungszahl des einfachen Pendels, welche in der Meridianrichtung von Ort zu Ort stattfindet, steht mit der Erdfigur in innigem Zusammenhange. Es ist, wie schon oben erwähnt wurde, zuerst von Richer die Thatsache festgestellt worden, dass die Sekundenpendellänge vom Aequator gegen die Pole hin zunimmt, und die Theorie hat nachgewiesen, dass die für jeden Ort entsprechende Länge dieses Pendels von der daselbst vorhandenen Intensität der Erdanziehung und diese von der geographischen Breite des Ortes abhängt. Geht hieraus die Beziehung zwischen Erdgestalt und Pendel unzweifelhaft hervor, so wird dieselbe noch klarer, wenn man überlegt, auf welche Art die in der Erdmasse activen Kräfte wirken mussten, um eine polare Abplattung der Erde hervorzubringen. Zur Erklärung dieser Abplattung muss man von einer Hypothese über den einstigen Zustand der Erde ausgehen. Geologische Erscheinungen von Bedeutung machen die Voraussetzung eines einst

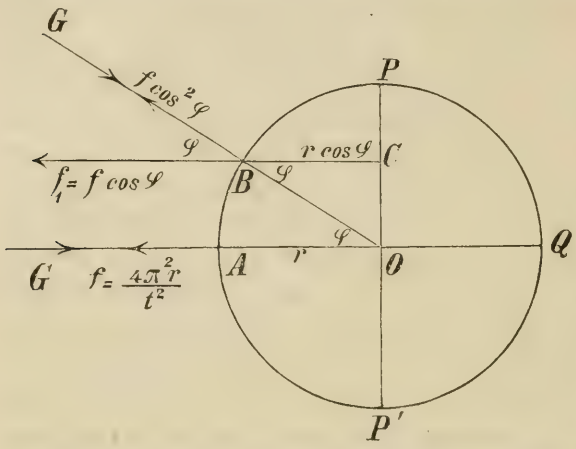
flüssigen (möglicherweise vorher gasförmigen) Erdkörpers sehr wahrscheinlich. Nimmt man diese Masse weiters gleichmässig dicht an, und denkt sich dieselbe mit Schwerkraft ausgestattet, so müsste sie im Ruhestande offenbar die Kugelform annehmen. Kommt nun eine solche Kugel um einen ihrer Durchmesser zur Rotation, so entsteht in allen ausser der Drehungsaxe gelegenen Massentheilchen eine Centrifugalkraft, welche um so grösser sein muss, je weiter das betreffende Theilchen von der Drehaxe absteht. Diese Kraft wirkt nun der nach dem Kugelcentrum gerichteten Schwerkraft entgegen, und aus beiden ergibt sich eine vom Pol der Erde gegen den Aequator gerichtete Mittelkraft, welche die weiche Masse von den Polen so lange weg und gegen den Aequator hintreiben musste, bis die Erdoberfläche überall senkrecht zur abgeänderten Schwererichtung stand. Auf diese Weise musste eine Verkürzung des polaren und eine Verlängerung des äquatorialen Durchmessers entstehen und sich daher eine polare Abplattung bilden. Die Erkenntniss dieser Abplattung führte nun zur wahren mathematischen Gestalt der Erde, in welcher die Zustände der Urzeit sich erkennbar abspiegeln, die Flüssigkeit der rotirenden Masse und ihre Erhärtung als Erdsphäroid.

Nachdem die Abplattung der Erde ihren Grund in der vereinten Wirkung der Schwungkraft und Schwerkraft hat, und da zwischen der Abplattung und den sie bedingenden Kräften eine Relation besteht, welche von der Massenvertheilung im Innern der Erde unabhängig ist, so lässt sich von diesen drei Grössen je eine berechnen, wenn die beiden anderen bekannt sind.

Dieses höchst merkwürdige Theorem rührt von *Clairaut* und führt auch den Namen dieses scharfsinnigen Gelehrten. Dasselbe lautet: „Wie auch die Massen im Innern der Erde vertheilt sein mögen, so ist stets die Abplattung vermehrt um den Quotienten aus der Beschleunigungsdifferenz am Pol und Aequator und der Beschleunigung am Aequator gleich dem Zweiundeinhalbfachen des Quotienten aus der Centrifugalbeschleunigung und der Beschleunigung durch die Schwere am Aequator."

Es ist von Interesse, das Obige durch Rechnung zu verfolgen. Es ist längst bekannt, dass die Beschleunigung der Schwere auf der Erdoberfläche Verschiedenheiten aufweiset, welche sich als eine gesetzmässige Zunahme derselben gegen die Pole hin herausstellen, und zwar in der Art, dass

die Ueberschüsse der Acceleration in verschiedenen Breiten über jene am Aequator den Quadraten der Sinus der Breiten proportional sind, dass also, wenn g_φ die Acceleration in der Breite φ und g_0 jene am Aequator bedeutet, $g_\varphi = g_0 . (1 + a . sin^2 \varphi)$, wobei a eine Constante ist, welche wir sogleich näher bestimmen werden.



Die Erklärung dieser Erscheinung lässt sich theils und zwar vorwiegend auf die durch die Erdrotation erzeugte Fliehkraft, die der Schwere der Körper entgegenwirkt, und zum Theil auf die abgeplattete Form des Erdkörpers zurückführen. Um den Einfluss der ersteren Ursache in den Grundzügen anzudeuten, wollen wir vorläufig von der Abplattung absehen und den Erdkörper als eine Kugel vom Radius r ansehen. In einem Punkte A des Aequators würde die Schwerkraft bei ruhender Erde eine gewisse Acceleration G bewirken, welcher aber bei rotirender Erde die Acceleration der Fliehkraft f entgegenwirkt.

Nun lehrt die Physik, dass die Beschleunigung der Masseneinheit durch die Fliehkraft direkt proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit (v) und verkehrt proportional dem Krümmungsradius (r) der Bahn ist; also

$$f = \frac{v^2}{r} \text{ und Weg } 2r\pi = \text{Geschwindigkeit mal Zeit} = vt \text{ oder}$$

$$v = \frac{2r\pi}{t}, \text{ d. h. } f = \frac{4\pi^2 r}{t^2}.$$

Bezeichnet man nun die demgemäss resultirende Acceleration am Aequatar mit g_0, so erhält man $g_0 = G - f$; dagegen wird an einem Orte B von der Breite φ die Acceleration der Fliehkraft für's erste an sich kleiner sein, nämlich nur den Werth $f_1 = f \cos \varphi$ betragen, da in der obigen Formel statt des Radius r des Aequators der Radius $BC = r \cos \varphi$ des betreffenden Parallelkreises einzusetzen kommt, und andererseits wird von dieser kleineren Fliehkraft wieder nur eine Componente vom Betrage $(f \cos \varphi) . \cos \varphi = f . \cos^2 \varphi$, wie aus der Betrachtung der Figur hervorgeht, der Acceleration G der Schwere entgegen wirken. Die resultirende Acceleration g_φ wird daher an diesem Orte B betragen:

$$g_\varphi = G - f . \cos^2 \varphi.$$

Wir erhalten daher für die Differenz $g_\varphi - g_0 = f.(1 - cos^2\varphi) = f.\, sin^2\,\varphi$, also $g_\varphi = g_0 + f.\, sin^2\,\varphi = g_0\,(1 + \frac{f}{g_0}.\, sin^2\,\varphi)$, was der oben erwähnten Relation $g_\varphi = g_0.\,(1 + a.\, sin^2\,\varphi)$ entspricht. Man findet nun $f = 0{\cdot}034$, wenn man in obiger Formel für f anstatt t = Umdrehungszeit der Erde = 86164 Sekunden und für r = 6377397 Meter substituirt.

Für die Acceleration g_0 der Schwere am Aequat. fand man $g_0 = 9{\cdot}78$ Met.

Es würde demnach: $g_\varphi = 9{\cdot}78 + 0{\cdot}034\ sin^2\,\varphi$ die Formel für g_φ sein, wenn die Erde wirklich kugelförmig wäre. Die thatsächlichen Beobachtungen stimmen nun mit der Formel von Sabine:

$$g_\varphi = 9{\cdot}78 + 0{\cdot}051\ sin^2\,\varphi \quad . \ . \ . \ . \ . \quad (I$$

was einen Unterschied der Schwere-Zunahme im Betrage von $0{\cdot}017\ sin^2\,\varphi$ herausstellt. Dieser Mehrbetrag kommt auf Rechnung der Abplattung der der Erde; wir bekommen demzufolge aus (I) die Formel:

$$g_\varphi = 9{\cdot}78\ .\ (1 + \frac{0{\cdot}051}{9{\cdot}78}\ sin^2\,\varphi);\ \text{oder vereinfacht:}$$

$$g_\varphi = g_0\ .\ (1 + 0{\cdot}0052\ sin^2\,\varphi) \quad . \ . \ . \ . \quad (II$$

worin $g_0 = 9{\cdot}78$ ist.

Bezeichnet nun a die grosse und b die kleine Halbaxe des Rotationsellipsoides der Erde, ferner α das Abplattungsverhältniss, d. i. den Quotienten $\frac{a-b}{a}$ und endlich g_{90} die Acceleration der Schwere am Pole d. i. $g_{90} = 9{\cdot}83$, so lautet das oben ausgesprochene schöne Theorem von Clairaut, als Formel:

$$\frac{g_{90} - g_0}{g_0} + \alpha = 2{\cdot}5\ \frac{f}{g_0} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (III$$

Man findet nun hieraus für die Abplattung der Erde mit Hilfe obiger Zahlenangaben, den Werth $\alpha = \frac{1}{292} = 0{\cdot}0034$. Dieser aus Pendelschwingungen berechnete Werth der Abplattung stimmt sehr nahe mit dem durch geodätische Messungen erhaltenen. Der Unterschied kann nicht auffallen, wenn man einerseits die Schwierigkeiten der Messungen erwägt und andererseits bedenkt, dass die besondere Bodenbeschaffenheit eines Ortes auf die Pendelschwingungen von Einfluss ist [19]).

Ausser durch Gradmessungen und Pendelbeobachtungen lässt sich die Abplattung der Erde noch aus den Mondesgleichungen finden. Dieser Weg ist der steilste und schwierigste von allen, und führt vielfach verschlungen durch das Gebiet der Astronomie. Wir wollen ihn nach Professor Bauernfeind's geistreicher Darstellung [6]) kurz skizziren, um das Ziel wenigstens von ferne zu zeigen.

Seit Newton ist bekannt, dass sich je zwei Himmelskörper, im geraden Verhältnisse ihrer Massen und im umgekehrten des Quadrates der Entfernung anziehen, und dass die Anziehung einer Kugel auf Körper an oder ausserhalb ihrer Oberfläche etwas verschieden ist von der eines gleich grossen und schweren, nahezu kugelförmigen Ellipsoids. Es ist ferner bekannt, dass die Bewegung des Mondes hauptsächlich durch die Anziehung der Erde geregelt wird und es folgt aus der Verbindung dieser Thatsachen, dass die Mondbahn eine etwas andere Beschaffenheit hätte, wenn die Erde eine vollkommene Kugel wäre, als sie wegen der elliptischen Gestalt unseres Planeten, und blos dieser wegen, wirklich hat. Die wirkliche Mondbahn können die Astronomen genau messen, die der Kugelform der Erde entsprechende aber noch genauer berechnen; der zwischen beiden Bahnen bestehende Unterschied rührt nur von der Ellipticität der Erdgestalt her, und es muss sich folglich die Abplattung finden lassen, welche allen Beobachtungen der Mondbahn möglichst gut entspricht. In der That hat Laplace diese schwierige mathematische Aufgabe mit der ihm eigenen Meisterschaft gelöset und die Erdabplattung fast genau so gefunden ($\frac{1}{305}$), wie sie aus der französischen und peruanischen Gradmessung folgt ($\frac{1}{304}$). Dieses Ergebniss ist ein eben so glänzender Beweis für die Richtigkeit der Newton'schen Theorie der allgemeinen Anziehung, als für die bewunderungswürdige Kraft der mathematischen Analyse, und lässt erkennen, was Laplace im Sinne hatte, als er sich dahin aussprach, dass ein Astronom, ohne seine Sternwarte zu verlassen, durch den blossen Vergleich seiner Beobachtungen mit den Resultaten der Rechnung, die Erdgestalt bestimmen kann. Ist nun umgekehrt, diese Gestalt durch geodätische Messungen genau gefunden, so kann dieselbe auch zu einer strengen Prüfung der Theorie der Mondbewegung dienen, und hierin tritt abermals ein Theil der wissenschaftlichen Bedeutung moderner Gradmessungen zu Tage.

Gehen wir nun wieder auf unser *Hauptthema* der Entwicklung der Gradmessungen über, so sind zunächst in Folge der von Frankreich gegebenen Anregungen die nachfolgenden acht, allerdings nur secundären, Leistungen zu erwähnen. Dieselben zeigen den allgemein erwachten Sinn und Eifer für Erdmessungen an und sind zum mindestens von historischer Bedeutung.

Vorerst kommt eine Messung am Cap der guten Hoffnung anzuführen. Die Pariser Akademie sendete 1751 zwei Astronomen aus, nämlich Lalande (1732—1807) nach Berlin und Lacaille (1713—1762) nach der Capstadt zur Ermittlung der Mondparallaxe und zwar auf Grundlage von gleichzeitigen Beobachtungen. Lacaille erreichte sein Ziel am 19. April 1751 und vollendete seine Arbeiten zur Bestimmung der Mondparallaxe vom 10. Mai 1751 bis zum October 1752. Die Zeit vom September bis October des vorhergehenden Jahres benützte er zur ersten Gradmessung unter höheren australischen Breiten. Dieselbe ersteckte sich vom Cap selbst aus, bis Klipfontein (1° 13′ 17½″), etwa 18 deutsche Meilen weit, und es ergab sich für die Grösse eines Erdgrades unter 33° 18′ 30″ südlicher Breite 57037 Toisen. Am 8. März 1753 schiffte er sich wieder ein, und erreichte nach einem Besuche der Inseln Bourbon und Mauritius auf dem atlantischen Seewege Frankreich am 4. und Paris am 28. Juni 1754.

Auch in anderen Ländern trat Interesse für Gradmessungsarbeiten zu Tage. Der Jesuit Boscowich bemühte sich, den Papst Benedikt XIV. und die Kaiserin Maria Theresia und selbst die Amerikaner für derartige Unternehmungen zu gewinnen.

Im Kirchenstaate waren es Boscowich und Lemaire, welche in den Jahren 1751—1753 zwischen Rom und Rimini einen Bogen von ungefähr 2 Graden massen, und die Gradlänge unter circa 43° nördl. Breite zu 56973 Toisen bestimmten. Allein sowohl die astronomischen, als geodätischen Beobachtungen zeigten sich später nicht fehlerfrei.

Boscowich schlug sodann die Ebene bei Turin zu einer Gradmessung vor. Diese führte Beccaria 1768 aus und fand den Grad unter 44° 44′ nördlicher Breite 57024 Toisen lang. Zach wies dieser Messung viele Fehler nach.

In Oesterreich arbeitete der Jesuit Liesganig 1762—1769 zwischen Sobieschitz und Warasdin. Seine Resultate verdienen wegen der von Zach nachgewiesenen grossen Ungenauigkeiten kein Vertrauen.

Auf Anregung von Boscowich wurde noch eine Messung, und zwar in den weiten Ebenen Pensylvanien's in Amerika

1764—1768 unternommen. Der Engländer Mason und der Amerikaner Dixon massen dort von 38° 27′ 34″ bis 39° 56′ 19″ nördlicher Breite, d. i. einen Bogen von 1° 28′ 45″. Sie thaten dies in mühsamster und sorgfältigster Weise mittelst der Messkette. Der ganze Bogen betrug 538078 engl. Fuss, woraus der Grad unter der mittleren Breite der ganzen Strecke, d. i. unter 39° 11′ 56·5″ zu 56888 Toisen sich ergibt.

Ferner ist hier zu nennen eine Messung in Egypten. *Nouet*, welcher als Astronom die bekannte französische Expedition 1798 begleitete, will dort nach seiner eigenen Aussage eine Gradmessung vorgenommen haben, die aber nicht allgemein bekannt geworden war. Er soll die Länge eines Grades in jenen Breiten gleich 56880 Toisen gefunden haben.

Auch in China wurde schon 1702 von dem Jesuiten Thomas auf Befehl des Kaisers Camby eine Gradmessung veranstaltet. Bei der Ausführung derselben in der Ebene um Pecking betheiligte sich sogar ein Prinz des Kaisers. Das Resultat derselben ist aber wegen der Unbestimmtheit des dabei gebrauchten Masses vieldeutig. Aus einem Berichte des P. Casparus Castner (1705), welcher selbst vorher in China war, geht hervor, dass ein Bogen von 1° 1′ 32″ gemessen und dessen Länge gleich 200 chinesischen Stadien gefunden wurde. Die Grösse dieser Stadien wird aber verschieden angegeben, wesshalb van Swinden die Gradlänge gleich 57912 Toisen und Andere aber anders ansetzen.

Endlich ist noch die von *Reuben Burrow* in Ostindien 1790 vollzogene Messung zu erwähnen. Sie ist von den eben angeführten wohl die beste und ist mit grossem Fleisse, aber etwas mangelhaften Instrumenten ausgeführt und nach Burrow's Tode von seinem Gehilfen Dalby bekannt gemacht worden. Die Länge des Grades fand sich dort, unter 23° 18′ nördlicher Breite, gleich 56725 Toisen.

Während des Zeitraumes der eben besprochenen Erdmessungen wurden mehrere wichtige Instrumente erfunden. Vorerst 1731 von Hadley (eigentlich von Newton) der für die Seefahrer so wichtige Spiegel-Sextant, der auf dem Festlande erst durch die Einführung des künstlichen Horizonts durch *Zach* und *Brühl* eine allgemeinere Verbreitung fand. — Die ersten guten Sextanten baute

Ramsden, der auch 1763 seine erste, und 1773 seine verbesserte Theilmaschine erfand. 1770 construirte der geniale Tobias Mayer den Spiegel-Vollkreis, der durch Borda in Paris wesentliche Verbesserungen erhielt. Um dieselbe Zeit wurden auch in England die Theodolithen erfunden und von Ramsden solche Instrumente gebaut.

Auf die berühmten französischen Expeditionen nach Lappland und Peru folgte als nächste wahrhaft hervorragende und bedeutungsvolle Leistung, die sogenannte metrische Messung, welche wesentliche Fortschritte in Bezug auf Anordnung und Durchführung zeigt. Angeblich in Angriff genommen, um der Erde eine neue Längeneinheit, ein sogenanntes Naturmass abzunehmen, wurden dieselben in Wirklichkeit aber vollzogen, um die alte Frage nach der Figur und Grösse der Erde einer vervollkommten Lösung zuzuführen.

Die französische Akademie schlug, wie schon früher erwähnt wurde, vor den zehnmillionsten Theil des Meridianquadranten als Längeneinheit zu wählen und übertrug die bezügliche Gradmessung an Méchain und Delambre, welche die Messung zwischen Dünkirchen und Barcelona in den Jahren 1792 bis 1798 vollführten und als Resultat eine mittlere Gradlänge von 57008·2 Toisen und eine Abplattung von $\frac{1}{334}$ erhielten, wobei die Pariser Messung mit jener in Lappland und Peru in Combination gebracht wurde. Für den Meridianquadranten ergab sich die Länge von 5130740 Toisen und für das Meter der Betrag von 0·513074 Toisen oder 443·296 Pariser Linien. Die Correction, welche diese Zahlen durch Bessel's Berechnungen erlitten, wurde schon früher angegeben und es sei nur erwähnt, dass die Messung von Barcelona bis zur Insel Formentara von 1802 bis 1808 durch Biot und Arago fortgesetzt wurde.

Die grossen Vorzüge dieser wichtigen Gradmessung bestehen vorerst in bedeutenden Verbesserungen der Messinstrumente durch Borda, welcher statt der Quadranten und Sektoren Vollkreise einführte, und die Basismessapparate wesentlich vervollkommte; ferner in der erhöhteren Genauigkeit der astronomischen Beobachtungen durch Beachtung des Einflusses der Aberration (Abirrung) des Lichtes, der Nutation (Wanken) der Erdaxe und der atmosphärischen Strahlenbrechung. Bemerkenswerth ist, dass die

bei Tag nicht gut sichtbaren Signale mit parabolischen Hohlspiegeln (Reverberen) beleuchtet und die Winkel bei Nacht gemessen wurden. Hervorzuheben sind weiter die wissenschaftlichen Fortschritte, welche durch die Schöpfung der neuen Theoreme von Legendre und Delambre, behufs der Reduction von sphärischen Dreiecken auf ebene, gewonnen wurden.

Endlich gebührt dieser letzten französischen Gradmessung das nicht zu unterschätzende Verdienst, der Welt die Wege gebahnt zu haben zu den wichtigen Vortheilen eines allgemeinen Mass- und Gewichtssystemes. Den mächtigen und andauernden Anregungen Frankreichs folgten seit dem Anfange unseres Jahrhunderts fast alle europäischen Staaten, und wir sehen von da an eine Reihe von Gradmessungen oder mindestens von Landesvermessungen im Zuge, welche nach den Grundsätzen jener eingeleitet und vollführt wurden.

Vorerst ist England zu nennen, welches 1783 unter General Roy eine vorzügliche Triangulation einleitete, durch welche die geodätischen Vorarbeiten zu einer Gradmessung gegeben waren. Dieselbe wurde von Mudge 1800—1802 ausgeführt und umspannte nahezu ein Bogen von 3 Grad (von Dunnose auf der Insel Wight bis Clifton); sie lieferte für einen Meridiangrad unter 52° 2′ 19″ Breite 57069 Toisen. Auffallend ist das Resultat, dass von diesen drei Graden jeder der nördlich gelegenen grösser ist, als sein südlich benachbarter. An diesen Stellen stört also eine gewisse locale Ursache die reguläre Meridiankrümmung, welche sich aus der neuesten von James über ganz England erstreckten Gradmessung ergibt.

In Schweden nahm 1801—1803 *Svanberg* im Vereine mit anderen schwedischen Gelehrten die von Maupertuis durchgeführte lappländische Gradmessung nochmals in Angriff, da bei der älteren Messung einige Fehler aufgedeckt wurden. An den Triangulationen des schwedischen Generalstabs betheiligten sich zeitweise auch Hansteen und Selander. Ja sogar in Ostindien wurden von 1805—1825 zwei grosse und vorzügliche Gradmessungsarbeiten zwischen dem 8. und 30. Breitegrade von Lambton, Everest und James ausgeführt, welche sich über einen Meridianbogen von 21½ Grad und zwar vom Cap Comorin bis in die Nähe des Himalayagebirges ausdehnten. Am Vorgebirge der

guten Hoffnung wiederholte endlich Maclear in den Jahren 1836—1848 die alte La Caille'sche Messung und erweiterte dieselbe über mehrere Breitengrade.

Deutschland, von dem bis dahin auf diesem Gebiete kaum die Rede war, trat auf einmal mit einer Reihe Achtung gebietender, wissenschaftlicher und technischer Leistungen auf diesem Felde auf.

Reichenbach und Fraunhofer in München construirten die besten geodätischen und astronomischen Instrumente, welche es jemals gegeben hat.

In Hannover trat C. F. Gauss (1777—1855) an die Spitze einer Gradmessung, bereicherte die Theorie mit wichtigen Sätzen über die gekrümmten Oberflächen, erweiterte die Praxis durch die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate [20]) auf geodätische Messungen und erfand 1821 den Heliotropen, womit sehr ferne Dreieckspunkte durch zurückgestrahltes Sonnenlicht deutlich sichtbar gemacht werden können und wodurch die Winkelmessungen bedeutend an Schärfe gewonnen haben.

In Holstein und Dänemark leitete Schumacher (1780—1850) eine neue Gradmessung und zeigte sich erfinderisch in der Construction der Instrumente und in Königsberg lehrte Bessel (1784—1847) die allgemeine Auflösung der sphäroidischen Dreiecke. In anderen deutschen Staaten, wo nicht direkte Gradmessungszwecke vorlagen, wo aber gute Landesvermessungen erzielt werden sollten, wurden gleichfalls wissenschaftliche Kräfte an die Spitze gestellt. In Baiern erwarben sich Soldner, Schiegg und Schwerd, in Württemberg, Bohnenberger und in Darmstadt Eckhardt grosse Verdienste. In Oesterreich, Preussen und Baden triangulirten die Generalstäbe; es wurden jedoch in Oesterreich Littrow und Carlini, in Baden Nicolai zeitweise als Fachmänner beigezogen. Die Gradmessung in Ostpreussen (1831—1836) wurde Bessel und Baeyer übertragen. Bessel hat in Folge dieser praktischen Arbeit die Gauss'schen Lehren in einer ihm eigenthümlichen Weise erweitert, in voller Allgemeinheit auf die Vermessungen anwendbar gemacht und hiedurch der Geodäsie eine neue vollkommenere Gestalt gegeben.

So hatte sich Deutschland in relativ kurzer Zeit auf dem Gebiete der Theorie und Technik selbstständig und unabhängig gemacht und bis zur Spitze der Wissenschaft emporgeschwungen; es arbeitete mit einheimischen Instrumenten und berechnete die Beobachtungen nach Theorien, welche von vaterländischen Gelehrten geschaffen wurden.

In Sardinien triangulirte gleichfalls der Generalstab unter Intervention von Plana und in Belgien wurde von 1849 an unter General Nerenburger mit vorzüglichen Instrumenten eine ganz neue Triangulation, nach Bessel's Methoden, in Gang gebracht.

Wir haben jetzt noch der Theilnahme Russlands an den Gradmessungsoperationen zu erwähnen. Russland hat eine Breitengradmessung, welche die russisch-scandinavische heisst und von W. Struve und Tenner 40 Jahre geleitet wurde. Dieselbe erstreckt sich von den Donaumündungen bis zur Kval Insel im Eismeere und umfasst 25½ Grade des Meridians; sie gehört, was Ausdehnung und innern Werth betrifft, zu den ersten Leistungen auf diesem Felde.

Die Frage über die Erdgestalt kann man auch durch sogenannte Längengradmessungen[21]) lösen. Wie bei den Breitengradmessungen der Unterschied der geographischen Breiten der Endstationen, d. i. die Amplitude im Meridian, und die Messung der Bogenlänge zwischen diesen Punkten massgebend war, eben so ist bei den Längengradmessungen der Unterschied der geographischen Längen der beiden Stationen, d. i. die Amplitude im Parallel und wieder die Bogenlänge zwischen den End-Stationen zu bestimmen nothwendig. Der Längenunterschied ist aber gleich dem Winkel, welchen die den Endstationen entsprechenden Meridiane am Pole mit einander bilden. Es zerfällt also auch diese Aufgabe in einen geodätischen und astronomischen Theil; der erstere wird wieder durch eine Triangulirung abgethan, während der zweite astronomische Theil nur durch neue Principien erledigt werden kann. Diese Principien wurden durch den englischen Astronomen John Flamsteed (1646—1720) gefunden und zwar durch die Einführung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde als Winkelmass.

Es ist eine alte Thatsache, dass sich die Erde mit Gleichförmigkeit um ihre Axe dreht, und sich demgemäss der Sternenhimmel mit derselben Gleichförmigkeit um die verlängerte Erdaxe, Himmelsaxe, zu drehen scheint. Die Zeit einer wirklichen ganzen Umdrehung der Erde oder einer scheinbaren des Sternenhimmels, d. i. ein Sterntag, theilen unsere Uhren bekanntlich in Stunden, Minuten und Sekunden ab, so dass jedem Zeittheil ein bestimmter Drehungswinkel oder, da alle Winkel durch Bogen gemessen werden, ein bestimmter Bogen entspricht, z. B. 1 Zeitsekunde 15 Bogensekunden u. s. w. In diesem Sinne ist die Uhr ein Messinstrument der Sternwarten. Sie kann aber für sich allein keinen Winkel angeben, sondern nur in Verbindung mit einem in der Richtung des Meridians aufgestellten Fernrohre, dem Passagen-Instrument, welches den Moment bezeichnet, wo ein bestimmter Stern durch den Meridian des Beobachtungsortes geht. Denkt man sich nun auf zwei Punkten eines Parallelkreises der Erde je ein solches Instrument und eine genaue astronomische Uhr aufgestellt und bemerkt daselbst die Zeiten, welche beim Durchgange eines und desselben Sternes durch das Passageninstrument stattfinden, so gibt der Zeitunterschied sofort den Winkel an, welchen die Meridianebenen der Beobachtungsorte mit einander bilden und dieser Winkel ist auch deren Längenunterschied. Hat man nun astronomisch den Winkel und geodätisch den zugehörigen Bogen des Parallels gefunden, so folgt aus beiden Daten sehr einfach die Grösse eines Parallelgrades, womit die Längengradmessung vollzogen ist[21]).

In neuester Zeit vermag man die Längendifferenzen circa auf zwei Hundertstel einer Zeitsekunde richtig zu bestimmen und zwar mittelst telegrafischer Signale, die unmittelbar auf die Uhren wirken und so die Beobachtungen selbst registriren.

Die erste Längengradmessung von wissenschaftlicher Bedeutung wurde unter dem 45. Parallel von der Mündung der Gironde durch ganz Frankreich über Turin und Mailand bis Fiume, von 1811—1823, ausgeführt. An derselben waren französische, österreichische und sardinische Gelehrte, darunter Brousseaud, Nicollet, Carlini, Plana, betheiliget. Die auf den sieben astronomischen Stationen gemessenen Azimuthe zeigten nicht unbedeutende Unterschiede mit den von Paris aus berechneten;

ungewöhnlich gross war aber diese Abweichung auf dem Mont-Cenis, wo das beobachtete Azimuth um 49·55″ kleiner gefunden wurde, als das berechnete. Dieser auffallende Unterschied wurde einer Ablenkung der Lothlinie[22]) oder einer Unregelmässigkeit in der Figur der Erde in jener Gegend zugeschrieben. Selbst zwischen den Sternwarten von Turin und Mailand wurde der astronomische Längenunterschied um 31·29″ im Bogen kleiner gefunden, als der von Mailand her geodätisch berechnete. Der ganze gemessene Längenbogen von Marennes bis Padua beträgt 12° 59′ 3·72″ an Länge. Einzelne Parallelgrade, welche doch nach der Theorie gleich sein sollten, differirten nicht unerheblich vom Mittelwerthe. Die völlige Erklärung dieser Differenzen kann jedoch nur durch örtliche Störungen der Erdkrümmung geschehen.

Ein zweiter grosser Parallelbogen, der in Frankreich (1815—1823) gemessen wurde, geht von Brest über Paris nach Strassburg; man hat denselben in neuester Zeit nach Osten über München bis Wien erweitert. Der dritte und zugleich grösste gemessene Parallelbogen ist der russische, ganz Europa durchschneidende im 52. Parallel; diese Messung wurde von W. Struve (1857) entworfen und geleitet und umfasst 69°, wovon circa 39° auf Russland, 12° auf Preussen, 5° auf Belgien und 13° auf England kommen.

Auch diese Operationen bestätigen im Allgemeinen die aus den Breitengradmessungen gefolgerten Resultate. —

Das aus diesen ausgedehnten, ebenso mühevollen als kostspieligen, Arbeiten hervorgehende Endresultat ist, dass die geometrische Erdoberfläche oder diejenige Fläche, welche wie das Weltmeer die Richtung der Schwere überall senkrecht durchschneidet, kein regelmässiges Rotations-Elipsoid, sondern eine Fläche ist, welche von diesem Ellipsoid bald in stärkeren oder schwächeren, bald in längeren oder kürzeren wellenförmigen Erhöhungen und Vertiefungen abweicht; eine Fläche, welche sich nach Bessel's Ausdruck, zum regelmässigen elliptischen Sphäroid wie die Oberfläche eines bewegten Wassers zu der eines ruhigen verhält. Die beobachteten Unregelmässigkeiten der Erdfigur sind indess keineswegs so bedeutend, dass man nicht ein Rotationsellipsoid als *Grundform* beibehalten könnte. Denn die Winkel, welche die wirkliche und die ideale Krümmung eines Parallel-

oder Meridian-Bogens bestimmen, weichen in der Regel nur wenige Sekunden von einander ab, und wenn diese Abweichungen an einer Stelle positiv sind, so werden sie in geringer Distanz davon schon wieder negativ, so dass sich das gedachte Ellipsoid stets über und unter den kleinen Vertiefungen und Erhöhungen der wirklichen geometrischen Erdoberfläche hinzieht.

Der berühmte Astronom Bessel hat noch vor Ablauf der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts eine wichtige Arbeit geliefert. Er sichtete nämlich zunächst mit scharfsinniger Kritik die bis dahin ausgeführten Gradmessungen, revidirte das numerische Material der angenommenen Messungen, und brachte in ausführlicher Darlegung wesentliche Verbesserungen an der zweiten indischen und an der englischen Messung an. Bessel legte der Rechnung zu Grunde 10 Gradmessungen, nämlich die peruanische, die zwei ostindischen, die französische, die englische, die hannoversche, die dänische, die preussische, die russische und die schwedische. Die nach der Methode der kleinsten Qudrate geführte Rechnung ergab die Abplattung $\frac{1}{w}$ gesetzt für $w = 300{\cdot}7047$, für die mittlere Länge G eines Breitengrades $G = 57011{\cdot}453$ Toisen und hieraus für den Radius R einer Kugel, die mit dem Sphäroid gleiches Volumen besitzt $R = 6370080^{m}$.

Einige Jahre später wurde von Puissant ein erheblicher Fehler in der Berechnung der grossen französischen Messung (von 1792—1808) nachgewiesen, wornach die Entfernung der Parallelen von Montjouy und Mola statt $153605{\cdot}77^{t}$ auf $153673{\cdot}61^{t}$, also um $67{\cdot}84$ Toisen grösser zu setzen ist. Bessel wiederholte hierauf, mit Verbesserung dieses Fehlers, die ganze Rechnung, und die Resultate dieser zweiten Arbeit vom Jahre 1841 sind die nachfolgenden [23]).

1. Meilen und Gradmasse.

1 Grad d. Aequat. = $57108{\cdot}5190^{t}$ = $111306{\cdot}578^{m}$ = 15 geog. M.
1 geog. Meile = $3807{\cdot}2346^{t}$ = $7420{\cdot}43854^{m}$
1 Min. d. Aequat. = 1 Seemeile = $951{\cdot}80865^{t}$ = $1855{\cdot}1096^{m}$
Der mittlere Grad des Meridians = $57013{\cdot}109^{t}$ = $111120{\cdot}619^{m}$

2. Axenverhältnisse.

Aequat.-Durchmesser = 1718·8735 geograph. Meilen
Rotations-Axe = 1713·1276 „ „

Unterschied = 5·7459 od. nahe = 5¾ M.; α = Abpl. = $\frac{1}{299\cdot1528}$

Die Halbaxen a und b betragen:

a = 3272077·140 Toisen = 6377397·156 Meter,
b = 3261139·328 Toisen = 6356078·963 Meter.

3. Umfangsverhältniss.

Umfang im Aequator = 5400·000 geograph. Meilen
Umfang im Meridian = 5390·978 „ „

Unterschied = 9·022 geograph. Meilen.

Der Meridian-Quadrant = Q; der Aequator-Quadrant = Q'

Q = 5131179·811 Toisen = 10000855·765 Meter.
Q' = 5139766·710 „ = 10017592·029 „

4. Flächenverhältniss.

Die heisse Zone enthält 3679056·4 geograph. □ Meilen
Die beiden gemässigten Zonen 4808007·4 „ „
Die beiden kalten Zonen 774174·4 „ „

Die ganze Oberfläche der Erde 9261238·2 geograph. □ Meilen.

Denkt man sich die ganze Oberfläche der Erde in 100 Theile getheilt, so kommen auf die heisse Zone 40%, auf die beiden gemässigten 52%, auf die beiden kalten 8%.

1 geog. □ Meile = 14495035·530 □ Toisen = 55062908·075 □ Meter.

Oberfläche des Erdellipsoids = $4\,\pi\,r^2$; r = Radius einer Kugel von gleicher Oberfläche.

r = 3268430·392 Toisen = 6370289·511 Meter.
Oberfläche = 9261238·314 □ Meilen.

5. Körperlicher Inhalt.

Körperlicher Inhalt des Erdellipsoid = $\frac{4}{3}\cdot a^2\,b\,\pi = \frac{4}{3}\,\pi\,r^3$;

r = Radius einer Kugel von = Volumen.

r = 3268427·133 Toisen = 6370283·158 Meter.

Körperinhalt = 26501844451 geographische Cubik-Meilen, oder näherungsweise 2650 Millionen Cubik-Meilen.

Seit diesen Bessel'schen Bestimmungen von 1841 wurden drei der früher angeführten Gradmessungen, nämlich die grosse ostindische, die englische und die russische beträchtlich erweitert und ist 1848 eine neue, nämlich jene von Maclear am Cap der guten Hoffnung, hinzugekommen.

Der englische Astronom *Airy* hat in der Encyclopädia Metropolitana (Art. Figure of the Erath. 1849) vierzehn Meridian- und vier Parallel-Bögen mit einander verglichen und gefunden: $\alpha = \frac{1}{299.33}$; a = 20923713 engl. Fuss = 3272117·6 Toisen

b = 20853810 „ „ = 3261188·4 „

Hierbei ist nach einer Angabe aus dem Jahre 1858 von *H. James* [24]) 1 Toise = 6·39454378 englische Fuss.

Diese beiden von einander unabhängig angestellten Berechnungen der hervorragenden Astronomen *Bessel* und *Airy* besitzen eine auffallend nahe Uebereinstimmung; man nahm daher allgemein die Bessel'schen Angaben als die genauesten Dimensionen für die Grundform des Erdellipsoids [24]).

Ausser diesen eben angegebenen Hauptresultaten hatten diese Gradmessungsarbeiten sehr erhebliche theoretische Folgen, durch Erweiterung der mathematischen, physikalischen und astronomischen Disciplinen und sehr nützliche praktische Folgen durch hohe Vervollkommnungen im Bau der Instrumente.

Hiemit ist jedoch die Hauptfrage nach der Figur und Grösse der Erde bei weitem noch nicht abgeschlossen, sondern im Gegentheile nur einem neuen Stadium zugeführt, in welchem zahlreiche Fragen auftauchten, die nur durch fortgesetzte Erdmessungen zu lösen sind.

Es kommen nämlich an vielen Punkten der Erde Abweichungen vor zwischen den geodätischen und astronomischen Breiten und Längen [22]), welche meist nur einige Sekunden, öfter aber, wie jenseits der Alpen und im Kaukasus, sogar 20 bis 54 Sekunden betragen. Man hat lange die Ursache solcher Ablenkungen der Lothlinie in der Anziehung von Bergmassen zu finden geglaubt, die sich in der Nähe eines solchen Punktes über dessen Horizont erheben; allein mit dieser Annahme steht die Thatsache in Wider-

spruch, dass in Ostindien, gerade da, wo die Anziehung der Bergmassen sich hätte am stärksten zeigen müssen, am Fusse des Himalaya, keine Ablenkung beobachtet wurde. Eine andere Ansicht neigt sich dahin, die Ursache der Ablenkungen nicht über, sondern unter der Oberfläche, in ungleichen Dichtigkeitsverhältnissen (grossen Metalllagern?) zu suchen. Wenn diess sich nachweisen liesse, so könnte möglicher Weise grosser praktischer Nutzen daraus gezogen werden. Die bei Moskau an einer Stelle gemachte Beobachtung, wo eine geognostische Formation plötzlich abbricht, deutet dagegen wieder auf eine Abhängigkeit der Ablenkungen von den geologischen Bildungen hin, wobei man an das Heben der schwedischen Küste und eine damit verbundene partielle Aenderung der Lothlinie denken könnte. Wenn eine solche Abhängigkeit aufgefunden würde, so liesse sich erwarten, dass dadurch viel Licht über die Bildungsgeschichte der Erde verbreitet werden könnte. Wir haben hiemit schon drei Hypothesen, um die Abweichungen von der regelmässigen Erdfigur zu erklären; nämlich die Anziehung grosser Bergmassen, ungleiche Dichtigkeiten im Innern und geognostische Lagerungsverhältnisse.

Ob diese drei Hypothesen neben einander bestehen, ob sie nur einzeln oder auch in Verbindung mit einander vorkommen und sich gegenseitig aufheben können oder nicht, das sind Fragen deren Lösung künftigen Gradmessungen vorbehalten bleibt.

Merkwürdig ist auch die Thatsache, dass einzelne Länder, wie z. B. England und wahrscheinlich auch Italien, eine besondere Abplattung (bei England ist dieselbe grösser als am Continent) besitzen. Es frägt sich da, ob andere ähnlich liegende Länder nicht gleichfalls ihre speziellen Abplattungen haben und wie sich diese zur Abplattung der angrenzenden Meere verhalten.

Hieraus geht hinreichend hervor, was für ein weites Untersuchungsfeld noch vorliegt. Der Gegenstand ist noch lange nicht erschöpft; denn das Ziel der Untersuchungen hat sich sehr erweitert. Die bisherigen Gradmessungen hatten vornehmlich die Bestimmung der allgemeinen Erdfigur im Auge und mussten desshalb Alles vermeiden, was Abweichungen von derselben besorgen liess. Seitdem diese Aufgabe aber innerhalb gewisser Grenzen befriedigend gelöst ist, hat sich die Sache geändert, indem neue Gradmessungen hauptsächlich die Abweichun-

gen zu erforschen haben werden und bei ihrer Anlage Gegenden und Terrainverhältnisse aufsuchen müssen, welchen man früher sorgsam aus dem Wege ging. Man hat in neuerer Zeit für die thatsächliche Oberfläche der Erde, von welcher die des Oceans einen Theil bildet, die Benennung *Geoid* vorgeschlagen; für die ideale Oberfläche dagegen, die sich in Form und Grösse möglichst nahe an das Geoid anschliessen soll, und für welche sich ein einfacher mathematischer Ausdruck aufstellen lässt, die Benennung *Sphäroid* angenommen.

Ueberaus günstige Verhältnisse für Forschungen der eben beschriebenen Art finden sich in Mitteleuropa und zwar auf einer Linie von Palermo nach Christiana.

Diesen Wünschen und Intentionen gab der hochverdiente Geodät *J. J. Baeyer*, k. preussischer General-Lieutenant, in einer klassischen Denkschrift zur Begründung einer neuen, u. zw. mitteleuropäischen Gradmessung 1861 beredten Ausdruck. Er zeigte daselbst, dass Europa nur zwei grosse Breitenmessungen und drei Längenmessungen [25]) besitzt. Die eine liegt im Westen Europas in der Richtung des Meridians von Paris zwischen den Parallelen von Formentera bis Saxaword und ist das vereinte Werk der Franzosen und Engländer; die andere, ein Werk der Russen, liegt im Osten in der Richtung des Meridians von Dorpat; sie beginnt bei Ismael an der Donau und endet bei Fuglenaes. Die Längengradmessungen sind 1. die französich-sardinisch-österreichische, deren Hauptrichtung in den 45. Parallel fällt, in dessen Nähe auch der südliche Endpunkt des russischen Meridianbogens sich befindet; es liegt der Wunsch nahe, diesen Parallelbogen von Padua über Fiume bis an die untere Donau fortzuführen, um so die grossen Meridianbogen von Paris und Dorpat zu verbinden.

Die 2. ist die französisch-bairisch-österreichische, im Parallel von Paris und bei Wien endend. Ihre Fortsetzung nach Osten, wieder bis zum russischen Meridianbogen, würde eine wichtige zweite — mitten durch Europa gehende — Verknüpfung zwischen dem französisch-englischen und dem russischen Meridianbogen herstellen.

Die 3. Längengradmessung ist die von W. Struve vorgeschlagene und im 52. Parallel verlaufende. Sie schneidet den grossen russischen Meridianbogen bei der astronomischen Station

Belin und den englischen zwischen Greenwich und Cambridge und endet bei Valentia an der Westküste Irlands. Ein Vergleich dieser eben angeführten Messungen zeigt leicht die Lücke auf, wo noch eine Breitenmessung fehlt; d. i. die Verbindung, die durch die Mitte von Europa (im Berliner Meridian) von Christiana bis Palermo sich erstreckt, die norddeutschen Ebenen und die Alpen durchschneidet und mehr als 30 Sternwarten berührt.

Diese vom General-Lieutenant Baeyer in's Leben gerufene grossartige Idee einer neuen nunmehr europäischen Gradmessung, welche Alles, was auf diesem Gebiete bisher in Europa Vorzügliches geleistet wurde, zusammenzufassen und in ein grosses Ganze zu vereinen bestrebt ist, fand allerwärts Theilnahme und Würdigung und die bezüglichen hochwichtigen und genial organisirten Arbeiten, welche sich besonders das Studium der Abweichungen von der Grundform der Erdoberfläche zum Ziele setzen, sind im besten, reichste wissenschaftliche Ausbeute versprechendem, Gange[26]). —

Werfen wir zum Schlusse zur Erleichterung der Auffassung und Orientirung einen summarischen Rückblick auf die historische Entwicklung der Gradmessungen, so zeigt sich, dass diese Entwicklung drei Epochen oder Perioden umfasst. Die erste Periode reicht etwa vom 3. Jahrhundert v. Chr. bis zum Schlusse des 17. Jahrhunderts (d. i. von 220 v. Chr. bis 1680) und charakterisirt sich dadurch, dass die Gradmessungen derselben die Kugelgestalt der Erde zur Voraussetzung hatten. In diesen Zeitraum, in welchem vier hervorhebenswerthe Messungen fallen, zweifelte Niemand an der Kugelform der Erde, wesshalb vornehmlich nur deren Grösse zu suchen war. Der erste wissenschaftliche Versuch, beim Beginne dieser Periode, rührt von Eratosthenes und gibt bereits wichtige Gesichtspunkte für derartige Unternehmungen an. Der zweite fällt in den Anfang des 9. Jahrhunderts und geschah im Auftrage des Kalifen Mamun; derselbe überliefert uns den thatsächlichen Beweis, dass die Vorstellung von der Kugelgestalt der Erde bei den Arabern nicht in Verlust gerathen war, wie im Abendlande während des Verfalls des Römerreiches und der Völkerwanderung. Die dritte Gradmessung lenkte in eine neue Bahn und wurde von *Snellius* 1615 vollzogen; sie brachte die ganz neuen, für alle Zukunft wichtigen Grundprincipien der Trian

gulation. Die vierte Gradmessung führte zu manchen Verbesserungen in der Methode und insbesonders aber in den Instrumenten und wurde 1669—1670 durch *Picard* ausgeführt. An sie schliessen sich die ewig denkwürdigen theoretischen Untersuchungen Newton's, welcher die bis dahin angenommene Kugelform der Erde leugnete und die Nothwendigkeit einer Abplattung an den Polen nachwies.

Nun beginnt die zweite Periode der Gradmessungen, in welcher die Untersuchungen über die wahre Form oder Figur der Erde in den Vordergrund treten; sie beginnt etwa mit dem 18. Jahrhundert und endet mit 1862. Unter den ihr angehörigen Messungen sind zu nennen vorerst die in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts von Frankreich ausgerüsteten berühmten Expeditionen nach Peru und Lappland, in deren Folge die Newton'sche Theorie einen glänzenden Triumpf feierte. In der zweiten Hälfte desselben Jahrhunderts ist die grosse sogenannte metrische Messung, welche gleichfalls von der Pariser Akademie veranlasst wurde, hervorzuheben. Das Interesse stieg mit dem Erfolg und wurde bald so allgemein, dass sich mit dem 19. Jahrhundert beinahe alle europäischen Staaten an der Lösung dieser hohen Aufgabe betheiligten. Von allen Staaten haben Russland und England die grossartigsten Leistungen in dieser Richtung aufzuweisen.

Alle diese gewaltigen Kräfte und Mittel waren hauptsächlich auf die Erforschung der *allgemeinen Figur und Grösse* der Erde gerichtet und nach fast zweihundertjährigen ununterbrochenen Anstrengungen ist es denn endlich gelungen, eine ziemlich genügende Lösung der Aufgabe herbeizuführen, indem die Untersuchungen von Bessel, Airy, etc. die Dimensionen der Erde mit grosser Uebereinstimmung ergeben haben. Die durch die neueren Gradmessungen neu angeregten Fragen betreffen besonders die merkwürdigen Abweichungen in der Krümmung der Erdoberfläche, welche an einzelnen Stellen beobachtet wurden, und die Erforschung der diesen partiellen Anomalien zu Grunde liegenden Ursachen. Es handelt sich nicht blos um die specielle Krümmung, sondern auch um die Beschaffenheit der Erdschichten an diesen Stellen, wesshalb diese Forschungen viel tiefer in das Gebiet der Naturwissenschaften eingreifen werden, als die bisherigen Gradmessungen.

Der Westen und Osten Europa's hat mit bewunderungswürdiger Ausdauer und Energie seinen Theil zur Lösung der allgemeinen Aufgabe beigetragen. Die weitere Aufgabe fällt der gegenwärtigen europäischen Gradmessung zu; dieselbe ist eine zweifache, nämlich erstens, diejenige ideale Gestalt verschärft zu bestimmen, welche sich der thatsächlichen, dem Geoid am besten anschliesst, und zweitens die Abweichungen des letzteren in Bezug auf die ideale Gestalt (d. i. das Sphäroid) eingehend zu untersuchen. Hiemit ist die dritte Periode der Gradmessungen zugleich gekennzeichnet und eingeleitet [27]).

Selbst aus dieser kurzen Darstellung dürfte evident hervorleuchten, dass die Gradmessungen zu den denkwürdigsten Ereignissen in der Bildungsgeschichte der Menschheit gehören. Es gibt kein wissenschaftliches Problem, zu dessen Lösung aufgeklärte Fürsten und Regierungen so viele Mittel aufgeboten, und an dem sich die geistigen Kräfte aller Cultur-Nationen mehr versucht hätten, als an diesem; es gibt aber auch keines, welches die günstigen Erfolge vereinter Thätigkeit besser zu Tage gelegt und der Nachahmung empfehlenswerther gemacht hätte. Die Geschichte der Gradmessungen bietet uns so gleichsam als ersten Akt der neueren Entwicklung der Associationen, das schönste und grossartigste Beispiel gemeinsamer Anstrengung und auf ein Ziel gerichteter Kräfte dar, dem die heutige Messkunde ihre Entstehung, die praktische Astronomie und die Nautik ihre hohe Vervollkommnung und alle Wissenschaften, welche mit Messungen und Beobachtungen zusammenhängen, mehr oder weniger viel verdanken.

Ebenso wie die früheren Gradmessungen wird die gegenwärtige europäische Gradmessung durch ihre hohen und weittragenden Ziele der Menschheit bedeutende geistige, in Zukunft gewiss auch materielle, Erfolge bringen, und — wie sich schon jetzt bestimmt aussprechen lässt — stets *ein ruhmreiches Denkmal* des 19. Jahrhunderts bilden.

Anmerkungen.

[1]) Siehe Reichsgesetzblatt für die im Reichsrathe vertretenen Königreiche und Länder. Jahrgang 1872. VI. Stück: Gesetz vom 23. Juli 1871, womit eine neue „Mass- und Gewichtsordnung" festgestellt wird. Dieselbe bildet einen im Ganzen wohlgelungenen Auszug aus dem metrischen Systeme. — Das analoge Gesetz für den norddeutschen Bund, datirt vom 17. August 1868 (Bundesgesetzblatt von 1868, Nr. 28) und hat seit 1872 im ganzen deutschen Reiche Giltigkeit. — Nach Artikel II unseres Gesetzes gilt als *Urmass* derjenige Glasstab, welcher sich im Besitze der k. k. Regierung befindet und in der Axe seiner sphärischen Enden gemessen, bei der Temperatur des schmelzenden Eises gleich 999·99764 Millimeter des in dem französischen Staatsarchive zu Paris deponirten „Metre prototype" befunden worden ist. Als *Urgewicht* gilt das im Besitze der k. k. Regierung befindliche Kilogramm aus Bergkrystall, welches im luftleeren Raume gleich 999997·8 Milligramm des im französischen Staatsarchive aufbewahrten „Kilogramme prototype" befunden worden ist. Ferner ist nach Artikel IV:

1 Meter = 3·1637496 Wiener Fuss; 1 Wiener Fuss = 0·316081 Meter
1 Kilo = 1·785523 „ Pfund; 1 „ Pfund = 0·560060 Kilo.

[2]) Ein Hauptnachschlagewerk über die Lehre vom „Mass und Messen" bildet der I. Band der höchst werthvollen „Allgemeinen Encyclopädie der Physik" von Brix, Grashof, Helmholtz, G. Karsten, H. Karsten, Lamont, Steinheil, etc.; herausgegeben von **Gustav Karsten.** Leipzig 1869. Verlag von Leopold Voss. I. Band. Einleitung in die Physik von G. Karsten, Harms und G. Weyer. Artikel „Mass und Messen" von G. Karsten. S. 414–648. Daselbst findet man die genialen Forschungen von *A. Böckh* (s. auch dessen „Metrologische Untersuchungen über Gewichte, Münzfusse und Masse des Alterthums". Berlin 1838, sowie Hultsch: „Griechische und römische Metrologie" Berlin 1862) eingehend interpretirt; ausserdem befinden sich daselbst sehr zweckmässige Tabellen über Massvergleichungen, ferner interessante historische Bemerkungen und vollständige Literaturangaben; einen sehr gelungenen Auszug hievon bildet die Broschüre Karsten's: „Mass und Gewicht in alten und neuen Systemen." Berlin 1871. Ferner sind noch gegenwärtig sehr lesenswert und instructiv:

a) „Ueber Mass und Messen oder Darstellung der bei Zeit-, Raum- und Gewichtsbestimmungen üblichen Masse, Messinstrumente und Messmethoden nebst Reductionstafeln" von Dr. H. W. Dove. 2. Auflage. Berlin 1835.

b) „Populäre Vorlesungen über wissenschaftliche Gegenstände“ von *F. W. Bessel*. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von *H. C. Schumacher*. Hamburg 1848. (8. Vorlesung: „Ueber Mass und Gewicht im Allgemeinen, und das preussische Längenmass im Besonderen“. S. 269—326).

c) Drei Aufsätze enthaltend: „Vorschläge zur Reform der deutschen Masssysteme“ bezüglich von Oberbaurath Professor H. Scheffler, Prof. J. Dienger und Prof. Gerling und zwar im Archiv für Mathematik und Physik von *J. A. Grunert*. XII. Theil. Greifswald 1849. S. 1—60.

d) „Zur Frage über das deutsche Mass“ von *G. Hagen*, Oberbaurath und Akademiker zu Berlin. Verlag von Ernst & Korn. Berlin 1861.

e) „Die deutsche Mass- und Gewichtsfrage“. Anonymer Aufsatz in der „deutschen Vierteljahresschrift“ 3. Heft. I. Abtheilung. S. 1—56. Stuttgart. Cotta 1861. (Dieser Aufsatz ist als eine Art Bericht über die bezüglichen Arbeiten einer 1860 in Frankfurt a. M. niedergesetzten Commission anzusehen.)

f) Zwei Aufsätze des grossen deutschen Physikers *Wilhelm Weber*. Der eine erschien anonym in den Göttinger „Gelehrten Anzeigen vom Jahre 1861.“ Stück 31 vom 31. Juli. (S. 1201—1213) und ist eine Kritik des unter Note *e* angeführten Aufsatzes. Der zweite Aufsatz erschien wieder anonym, unter dem Titel: „Ueber einheitliche Masssysteme“, in der „Tübinger Zeitschrift für gesammte Staatswissenschaft.“ Jahrgang 1861. (S. 125—142.)

Es sei noch bemerkt, dass beide Aufsätze vom Leipziger Professor *J. C. F. Zöllner* in sein neuestes classisches Werk „Principien einer elektrodynamischen Theorie der Materie.“ I. Band. 1. Buch. Abhandlungen zur atomistischen Theorie der Elektrodynamik von Wilhelm Weber. Leipzig. Verlag von W. Engelmann. 1876. S. 369—390 aufgenommen wurden.

g) „Die internationale Mass-, Gewichts- und Münz-Einigung durch das metrische System“ von Prof. *C. Bopp*. Stuttgart. Verlag von J. Maier. 1869.

h) „Jahrbuch der Erfindungen“. Von Dr. Hirzel und Dr. Gretschel. IX. Jahrgang. Leipzig 1873. (S. 189—197. Art. „Masse und Gewichte.“)

[3]) Mittelst dieser Bezeichnung lassen sich die **Massgrössen** unserer Mass- und Gewichtsordnung folgendermassen übersichtlich gruppiren:

A) Längenmasse: *Mm, Km,* **m**, *dm, cm, mm.*

B) Flächenmasse: Die Quadrate der Längenmasse und *Ha,* **a**.

C) Körpermasse: Die Würfel der Längenmasse und *Hl, l, dl, cl.*

D) Gewichte: *T,* **Kg**, *Dg, g, dg, cg, mg.*

Hiebei ist *M* = Myria = 10000; *T* = Tonne = 1000 Kg.

[4]) Könnte über die Nothwendigkeit von einerlei Mass und Gewicht und die damit verbundenen wohlthätigen Folgen noch ein Zweifel bestehen, so würde die Aufzählung der bisherigen unglaublich vielen verschiedenen Masse und Gewichte oder ein Blick in die einschlägigen Werke von Littrow, No-

back etc., diese Zweifel gründlich beheben. So hatten wir bis zur Einführung des Metermasses in Deutschland nicht weniger als *dreissig* verschiedene Fussmasse, von welchen das grösste um ein Drittel länger als das kleinste war; so gab es ebenso viele Ellen, von welchen die kürzeste zwei Drittel der längsten betrug, u. s. w. Mit Ausnahme von Kärnten und Tirol gab es fast in allen Theilen der österreichischen Monarchie neben den gesetzlichen Wiener Massen und Gewichten noch sehr viele verschiedene Landes- und Localmasse. So in Böhmen fünferlei, in Mähren viererlei Längenmasse; im Küstenlande bestanden achtzehn verschiedene Ellenmasse. Trockenmasse gab es in Böhmen zehn, in Mähren vier, in Steiermark dreizehn, u. s. w. — Eine **grosse Einfachheit** kommt nunmehr in die Berechnungen, welche durchwegs nach den Principien der „Decimalbruchrechnung" zu vollziehen sind. — Angesichts dieser eingehend berührten *Vorzüge* des metrischen Systems verschwinden die allenthalb angeführten Schattenpunkte desselben total; letztere sind: 1. es ist kein Naturmass; 2. es ist unbequem in den Masseinheiten, welche von den herkömmlichen, also eingewöhnten, ziemlich stark abweichen; 3. es erfordert bei der Neueinführung eine kaum nach Geldeswerth zu veranschlagende Arbeit, um alle Verhältnisse, welche mit Mass und Gewicht verknüpft sind, zu lösen und neu zu regeln; 4. es erfordert auch directe ansehnliche Geldopfer.

[3]) Internationale Meter-Conferenz. — Das Verdienst auf die traurige Anarchie im wissenschaftlichen Mass- und Gewichtswesen aufmerksam gemacht und auf deren definitive Abhilfe gedrungen zu haben, gebührt den Mitgliedern der europäischen „Gradmessungs-Conferenz." — Bei der Erörterung der Frage, welches Mass wohl am zweckmässigsten als geodätische Masseinheit zu wählen sei, sprach sich die zweite, 1867 zu Berlin tagende, Gradmessungs-Conferenz für das Meter aus. Um aber für alle Zukunft und alle Länder Europa's eine gemeinsame Masseinheit so genau und unveränderlich als möglich zu definiren, erschien die Herstellung eines neuen „europäischen Normalmeters" wünschenswert, dessen Länge von jener des französischen „Mètre des archives" so wenig als nur möglich abweichen und auf das Genaueste mit demselben verglichen werden sollte. Bei Herstellung des neuen Urmeters sollte auf die leichte Ausführbarkeit der nothwendigen Vergleichungen besondere Rücksicht genommen werden. Die Anfertigung jedoch, sowie die Herstellung und Vergleichung der für die verschiedenen Länder bestimmten Copien sollte einer besonderen internationalen Commission anvertraut werden, bei welcher die verschiedenen Regierungen zu vertreten wären. In Folge der Schritte, welche auf Grund der oben erwähnten Berliner Conferenzbeschlüsse eingeleitet wurden, trat im August 1870 eine internationale Conferenz in Paris zusammen, an der Vertreter von Oesterreich, Spanien, England, Russland, Nord- und Südamerika, etc. (mit Ausnahme von Deutschland, Belgien, Niederlanden und Dänemark) theilnahmen. Man einigte sich bezüglich der „massgebenden Principien" und überliess, wegen Abwesenheit der Deutschen, endgiltige Beschlüsse der nächsten Zusammenkunft. Die französischen Mitglieder wollten sich anfangs nur auf die Herstellung eines Strichmeterprototyp's

als Copie des Métre des archives herbeilassen, während die übrigen Mitglieder universelle Ziele anstrebten und den von O. Struve formulirten Antrag annahmen. „Derselbe geht dahin, alle Massregeln zu treffen, um dem metrischen Mass- und Gewichtssysteme einen entschiedenen internationalen Charakter zu verleihen und die neuen metrischen Prototype nach den modernen Forderungen der Wissenschaft herzustellen.“ Die franz. Regierung schloss sich diesen weiterzielenden Anträgen an und bannte dadurch das Misstrauen und den Widerstand der conservativen französischen Mitglieder, welche sich die längste Zeit von der Meinung leiten liessen, dass die Auswärtigen mittelst einer neuen Gradmessung ein verbessertes Meter aufzusuchen beabsichtigen; man wählte ein eigenes Comité zur Vorbereitung der Untersuchungen für die nächste Versammlung. Durch den deutsch-französischen Krieg erlitt die ganze Frage eine Unterbrechung und kam erst wieder in Gang durch Intervention der 3. allgemeinen Conferenz der europäischen Gradmessung, welche 1871 in Wien stattfand. Das oben erwähnte internationale Comité trat im April 1872 behufs der Vorbereitungen zusammen und die französische Regierung berief die internationale Meterconferenz im September 1872 nach Paris. Den Vorsitz führte der ehrwürdige Mathieu. Da die im Conservatoire des Arts et Métiers aufbewahrten Meter- und Kilogramm-Prototypen, bezüglich ihrer Constanz, zu wünschen übrig liessen, so einigte man sich dahin, neue Prototypen zu construiren und zwar nach den Vorschlägen des geistvollen Chemikers St. Claire Deville aus einer Legirung von 90 Gewichtstheilen Platin und 10 Gewichtstheilen Iridium. Aus diesem mittelst Guss erzeugten Metalle sollen die Normal-Strichmeter verfertigt werden; hievon bleibt ein Massstab in Paris und die übrigen werden den verschiedenen Regierungen zugesendet. Auch Endmasse sollen angefertigt werden. (Ein solches Platin-Meter kommt circa auf 3000 Francs). Die Form des neuen Normal-Meters ist, nach Tresca's Vorschlag, im Querschnitte beiläufig die eines lateinischen X (mit einem Mittelstücke an der Kreuzungsstelle). Die obere Fläche des Mittelstückes ist die, blossgelegte, neutrale Schichte und auf ihr wird die Theilung aufgetragen. Die Endmasse sollen dasselbe Profil erhalten und an den Enden sphärisch abgerundet werden. — Das Urkilogramm soll mit dem im Pariser Conservatoire des Arts et Métiers an Form und Grösse möglichst übereinstimmen (d. h. die Gestalt eines gleichseitigen Cylinders besitzen). Von grosser Bedeutung sind noch die Apparate (Comparatoren, etc.) und Methoden zur scharfen Vergleichung der alten und neuen Masse, wesshalb die Mitglieder der Meter-Conferenz auch in dieser Richtung auf Grundlage eingehender Versuche geeignete Beschlüsse formulirten. (Gerade in dieser Hinsicht waren die bisher in Paris üblichen Apparate und Methoden sehr mangelhaft und keineswegs auf der Höhe der Zeit befindlich). Endlich ist noch zu bemerken, dass die Prototype des Meters und Kilogramms behufs Aufbewahrung und Verwendung zum Copiren (trotzdem sich französische Mitglieder dagegen stemmten) einer ständigen *internationalen* Commission — mit dem Sitze in Paris — übergeben wurden. Hiedurch ist die Aufgabe der internationalen Metercommission glücklich gelöst.

[6]) *Zur Literatur* über Gradmessungen.

A) Allgemein Orientirendes:

1. „Geschichte und System der Breitengradmessungen.“ Von Dr. L. Posch. Freysing 1860. Druck und Verlag von Franz Datterer.

2. „Ueber die Grösse und Figur der Erde.“ Eine Denkschrift zur Begründung einer mitteleuropäischen Gradmessung. Von J. J. Baeyer. Berlin 1861. Verlag von Georg Reimer.

3. „Die Bedeutung moderner Gradmessungen“. Akademie-Vortrag von Prof. Dr. C. M. Bauernfeind. München 1866.

4. „Die europäische Gradmessung in ihrer Beziehung zu den früheren Gradmessungen.“ Von Prof. W. R. Tinter. (Aufsatz in der allgemeinen Bauzeitung von Förster. 35. Jahrgang. S. 151—173 und S. 195—209.)

5. „Ueber die Methoden und Ziele der europäischen Gradmessung.“ Vortrag von Prof. W. Jordan. Carlsruhe 1873.

6. „Ueber unsere jetzige Kenntniss der Gestalt und Grösse der Erde.“ Von Prof. J. B. Listing. In den Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Nr. 3 von 1873 (S. 33—99).

7. „Entwicklungsgang der Gradmessungsarbeiten.“ Von Prof. M. Sadebeck. Berlin 1876. (Bildet das 258. Heft der bekannten Sammlung von Vorträgen von Virchow und Holtzendorf).

8. „Kosmos von Alex. von Humboldt.“ Band I. S. 171—179; Bd. IV. S. 19—33.

9. „Populäre Vorlesungen über wissenschaftliche Gegenstände“. Von *F. W. Bessel.* (2. Vorlesung: „Ueber das, was uns die Astronomie von der Gestalt und dem Innern der Erde lehrt“. S. 34—68).

B) Fachschriften:

10. „Astronomie“ von J. G. F. Bohnenberger. Tübingen 1811.

11. „Lehrbuch der mathematischen und physischen Geographie.“ Von Dr. Ed. Schmid. Göttingen 1828. (2 Bände).

12. „Lehrbuch der höheren Geodäsie.“ Von Prof. Ph. Fischer. Giessen 1845—1846.

13. „Das Messen auf der sphäroidischen Erdoberfläche.“ Von J. J. Baeyer. Berlin 1862. Verlag von G. Reimer.

14 „Untersuchungen über die Gestalt und Grösse der Erde.“ Von Ph. Fischer. Darmstadt 1868.

15. „Handbuch für Mathematik, Astronomie, etc.“ Von Prof. R. Wolf. Zürich 1871. Schulthess. (Bd. II. S. 125—147).

16. „Gradmessung in Ostpreussen.“ Von F. W. Bessel und J. Baeyer. 1838.

17. *Gauss's* gesammelte Werke Bd. IV und *Bessel's* gesammelte Abhandlungen Bd. III.

[7]) Die culturhistorische Bedeutung der Gradmessungen, sowie der Fortschritte der Geographie, Astronomie, etc. beleuchtet sehr geistreich und anziehend John William **Draper** (Prof. an der Universität New-York)

in seinem vortrefflichen Werke: „Geschichte der Conflicte zwischen Religion und Wissenschaft.“ Leipzig 1875. (Vergleiche bes. Cap. VI. S. 154—185).

[8]) Die im Alterthume angewendeten Instrumente zur Bestimmung von Sonnen- oder Sternhöhen waren: der Gnomon; die Scaphe; der Jakobsstab und das (dem Hipparch zugeschriebene) Astrolabium. — Der *Gnomon* (Schattenmesser), der sicher schon den Chaldäern und alten Egyptern bekannt war, soll in Griechenland zuerst von Anaximander gebraucht worden sein. Er besteht aus einem Stifte, welcher auf einer horizontalen Ebene senkrecht steht, auf die er seinen Schatten wirft. Er diente zunächst zur Bestimmung der Sonnenhöhe vermittelst seines Mittagsschattens, wobei noch eine triogonom. Berechnung nothwendig war. Wenn jedoch ein Gnomon die Sonnenhöhe mit einiger Genauigkeit geben soll, so muss er bedeutende Dimensionen haben; desshalb benützte man auch in Egypten die Obelisken zu Gnomonen. Allein mit der grösseren Höhe des schattenwerfenden Körpers wird auch der Schatten der Spitze undeutlicher, was eine andere Fehlerquelle erzeugt, gegen welche man erst später Vorkehrungen traf. Eine andere Verbesserung wurde diesem Instrumente zu Theil durch Aristarchus, durch welche die trigonom. Berechnung eliminirt wurde. Aristarchus vertauschte nämlich die ebene Fläche mit einer „halbkugelförmigen“ Schale, innerhalb welcher, in deren Mitte, der Lage und Länge des Radius nach, der Stift (Gnomon) befestiget war. War diese Vorrichtung im Freien und wagrecht aufgestellt, so erzeugte der lothrechte Stift auf der graduirten innern Fläche der Kugel einen Schattenbogen, welcher die Sonnenhöhe oder den Winkel mass, den die Sonnenstrahlen mit dem Gnomon bildeten. — Weitere Anwendungen fand die Scaphe zu Breitenbestimmungen und als Sonnenuhr. — Die Griechen wussten jedoch den Einfluss des Halbschattens nicht zu berechnen, wesshalb ihre Breitenangaben, da sie nur den vom Nordrande der Sonne hervorgebrachten Schatten beobachteten, stets um 15 Min. d. i. um den halben Durchmesser der scheinbaren Sonnenscheibe zu klein gefunden wurden. — Der Jakobsstab bestand aus zwei in Länge verschiedenen, unter einem rechten Winkel verbundenen Stäben, von denen der kürzere eine Theilung, der längere ein verschiebbares Diopter trug. Der Jakobsstab und das Astrolobium dienten hauptsächlich den Seefahrern zu Höhenmessungen der Gestirne. — Die arabischen Astronomen hatten im 10. Jahrhundert schon Quadranten, von 180 Fuss Radius, auf deren eingetheilten Bogen das Sonnenlicht durch eine im Centrum angebrachte kleine runde Oeffnung fiel.

[9]) Eine **Toise** = 864 Pariser Linien = 1·94903631 Meter. Ein Wiener Fuss = 140·1172834 Pariser Linien = 0·31608064 Meter.

[10]) Muschenbroeck vollendete 1719 die zweite von Snellius begonnene Gradmessung und Rechnung und findet den Meridiangrad = 29514 rheinl. Ruthen oder den Quadranten = 1000400 Meter, also ein richtiges Resultat.

[11]) Die Pariser Akademie wurde 1666 gegründet.

[12]) Im Jahre 1669 geschah Picard's Messung; dieselbe gibt den Meridiangrad = 57060 Toisen; Bessel findet hiefür 57057 Toisen. Nach

Picard's Messung ist der Quadrant = 10009081 Meter. — 1683 bis 1718 Fortsetzung der Picard'schen Messung durch Dominique Cassini südlich bis Collioure und von La Hire nördlich bis Dünkirchen. Endlich Vollendung durch Jaques Cassini und Meraldi. Im Jahre 1720 veröffentlichte Jaques Cassini folgende Resultate, welchen wir die entsprechenden Bessel'schen Werte beisetzen.

1 Meridiangrad:		Mittelbreite:	Nach Bessel:
zwischen Paris und Bourges	= 57098^t	47° 57′	57042 Toisen
„ Paris und Amiens	= 57060^t	49° 22′	57056 „
„ Paris u. Dünkirchen	= 56960^t	49° 56′	57062 „

Aus diesen Zahlen schien eine gegen die Pole zugespitzte Erdform zu folgen.

Im Jahre 1740 fand eine Nachmessung des französischen Meridianbogens durch Cassini de Thury und Lacaille statt.

Aus dieser Messung und den Resultaten der Expeditionen nach Lappland und Peru folgte:

Mittelbreite:	Meridianbogen von 1°:	Nach Bessel:
+ 66° 20′	57438 Toisen	57207 Toisen
+ 45° 0′	57012 „	57013 „
— 1° 31′	56734 „	56728 „

Hiedurch war die Abplattung der Erde an den Polen schlagend nachgewiesen.

[13]) **J. W. Draper** sagt in dem oben angeführten Werke S. 239: „Das Jahr 1687 begründet eine Epoche nicht nur für die europäische Wissenschaft, sondern auch für die intellectuelle Entwicklung der Menschheit. **Newton**'s „Principien," jenes unvergessliche, unsterbliche Werk, erschien in diesem Jahre. — 1872 erschienen Sir **Isak Newton**'s mathematische Principien der Naturlehre, übersetzt von Prof. Wolfers. Berlin, Oppenheim. — *Weitere Literatur: a*) **H. Hankel**: Artikel „Gravitation" in Ersch und Gruber's Encyclopädie, I. S. 88. Th. S. 313; *b*) **E. Dühring**: Kritische Geschichte der allg. Principien der Mechanik. 2. Aufl. Leipzig 1877. (S. 172 etc.); *c*) **C. Snell**: Newton und die mechanische Naturwissenschaft. Leipzig 1868; *d*) **Mädler**: Reden und Abhandlungen über Gegenstände der Himmelskunde. Berlin 1870. S. 461: „Zur Geschichte des Gravitationsgesetzes;" *e*) **W. Whewell**: Geschichte der inductiven Wissenschaften (übers. von Littrow), II. Theil. S. 131—321; *f*) **F. Arago**'s sämmtliche Werke (herausg. von W. G. Hankel), III. Bd., S. 259—287, enthält eine Biographie von Newton.

[14]) Wertvolle Aufschlüsse zur Geschichte der Geographie bietet das höchst interessante Werk: „Geschichte der Erdkunde bis auf Alex. von Humboldt und Carl Ritter" von **Oskar Peschel**; der geistvolle Forscher wurde der deutschen Wissenschaft leider nur zu früh entrissen. – (S. 41; S. 121; S. 181; S. 343; S. 486; S. 571; etc.)

[15]) In den Jahren 1801—1803 wiederholten Svanberg und Ofverbom die lappländische Messung von Maupertuis.

[16]) *Bessel* zeigte, dass die Erddimensionen sich aus den Resultaten einer einzigen Gradmessung bestimmen lassen, und zwar aus folgenden *fünf* Beobachtungsgrössen: 1. aus der kürzesten Entfernung zweier Erdorte; 2. aus den Polhöhen dieser zwei Punkte; 3. aus den Azimuthen der kürzesten Linie in diesen zwei Punkten (welche zwei Punkte jedoch **nicht** in einem Meridiane liegen dürfen). Dieser Gedanke wurde zwar zuerst von dem grossen deutschen Astronomen Tobias Mayer ausgesprochen, allein *Bessel* gebührt das Verdienst, selbstständig denselben Gedanken gefasst zu haben und, dessen Ausführbarkeit durch seine Gradmessung in Ostpreussen bewiesen zu haben.

Eine vollständig durchgeführte Gradmessung bedingt folgende Operationen: *a*) Messung einer Basis; *b*) Anlage eines auf dieselbe gegründeten Dreiecknetzes; *c*) Bestimmung der Breiten und Azimuthe in zwei entfernten Punkten A und B des Netzes; *d*) Sphärische Berechnung der Distanz dieser zwei Punkte aus der Triangulirung. Diese Distanz kann unbedingt gleich der kürzesten Linie genommen werden. *e*) Sphärische Berechnung der Azimuthe der einzelnen Dreieckseiten, woraus sich die Azimuthe der geodätischen Linie AB in A und B unmittelbar herleiten lassen, vorausgesetzt, dass die einzelnen Dreiecksseiten nicht gar zu gross sind; in letzterem Falle sind Reductionen der Azimuthe der vertikalen Schnitte auf die Azimuthe der entsprechenden geodätischen Linien anzubringen; *f*) Bestimmung der Excentricität und der grossen Axe nach den Bessel'schen Formeln. — Ist noch die Längendifferenz beider Orte ermittelt, so ist dadurch noch eine weitere überschüssige Gleichung gegeben. —

Will man nun möglichst viele Messungen zur Ermittlung der Erddimensionen combiniren, so hat man ein Polygon zu bilden dessen Ecken astronomisch bestimmte Punkte und dessen Seiten geodätische Linien sind. Da jede Seite des Polygons in Verbindung mit den in ihren Endpunkten vollzogenen astronomischen Bestimmungen zur Lösung der Aufgabe hinreicht, so hat man durch Ausgleichung diejenigen Werte zu bestimmen, welche sich allen Beobachtungen möglichst anschmiegen, d. h man hat das geodätische Netz einer Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate zu unterwerfen, ähnlich wie ein trigonometrisches Netz. — Dieses ist der Gedanke, welchen Bessel bei der Gradmessung in Ostpreussen, die drei astronomisch und geodätisch verbundene Punkte enthält, zur Ausführung brachte und welchen 1861 Bessel's Freund und Mitarbeiter J. J. Baeyer in seiner berühmten Denkschrift eingehend darlegte.

[17]) Bezüglich der Ableitung dieser Formel, s. Dr. J. Ph. Herr's Lehrbuch der höheren Mathematik (1874) II. Bd S. 180; oder Dr. Schlömilch's Analysis (1861) I. Bd. S. 99.

[18]) Die ersten Pendelbeobachtungen, die man zur Bestimmung der Figur der Erde benützte, wurden von Bouguer bei Gelegenheit der Peruanischen Gradmessung angestellt. Laplace beschäftigte sich auch mit der Theorie des Pendels (in der Mechanik des Himmels) und bestimmte aus 15 unter sehr verschiedenen Breiten, vom Aequator bis zum Polarkreis, beobachteten Pendellängen die wahrscheinlichste aus diesen Messungen resultirende Ellipse

und deren Abplattung $= \alpha = \frac{1}{335{\cdot}78}$. Hierauf folgten 1807 Biot, Arago, Chaix, Mathieu u. Bouvard und bestimmten die Pendellängen an den sechs Hauptstationen der französischen Gradmessung. Mathieu behandelte dieselben nach der Methode der kleinsten Quadrate und fand α = Abplattung $= \frac{1}{298{\cdot}2}$. Später dehnte Biot diese Messungen, welche bis 1817 währten, auf Fort Leith und die Insel Unst in England aus, und fand aus der südlichen Beobachtung auf Formentera und der auf Unst (die 21° 4′ Breitendifferenz haben) die Abplattung $\alpha = \frac{1}{304}$.

Diese Leistungen der Franzosen regten die Engländer zu analogen Arbeiten an. Kater bestimmte um 1816 die Sekundenpendellänge von London und die Pendellänge an sieben Stationen der grossen englischen Meridian-Messung; sein Mittelwert von $\alpha = \frac{1}{334}$.

Weitere Beobachtungen machten Sabine, Freycinet und Lütke. Indem **Sabine** zu seinen eigenen zahlreichen und sorgfältigen Beobachtungen (welche er am Aequator, an den Küsten von Norwegen, Grönland, Spitzbergen, etc. machte) noch die der französischen Gelehrten zw. Formentera und Dünkirchen, so wie die Kater's zu Dunnose und Unst beizog, und diese fünfundzwanzig Beobachtungen nach der Methode der kl. Quadrate behandelte, fand er die Abplattung $\alpha = \frac{1}{288{\cdot}9}$.

Für die Länge l des Sekundenpendels in der Breite φ, wenn L diese Länge unter 45° Breite bedeutet, fand man:

$$l = L.\ (1 - 0{\cdot}00266\ cos\ 2\varphi).$$

Für Berlin fand *Bessel* und zw. im Niveau des Meeres:

$l = 440{\cdot}739$ Pariser Linien; ($\varphi = 52°\ 30'\ 16{\cdot}0''$).

Durch die bisherigen Bemühungen ist α zwischen den Grenzen $\frac{1}{289}$ und $\frac{1}{299}$ eingeschlossen. —

[19]) Siehe „Grundriss der allgemeinen mechanischen Physik" von Prof. A. von Waltenhofen. Leipzig 1875. S. 57—77; ferner: „Lehrbuch der Exp.-Physik." Von Dr. A. Wüllner. 3. Aufl. Leipzig 1874. (S. 140).

[20]) Die sogenannte Methode der kleinsten Quadrate ist eine Schöpfung von C. F. Gauss; sie lehrt, wenn wiederholte Messungen einer Grösse verschiedene von einander abweichende Resultate ergeben haben, den wahrscheinlichsten Wert derselben finden. Hat man z. B. eine Linie zehnmal gemessen und zehn verschiedene Werte gefunden, so nimmt man von jeher als wahrscheinlichste Länge dieser Linie das arithmetische Mittel, d. i. den zehnten Theil der Summe aller einzelnen Messungswerte. Die Differenzen dieser letzteren vom Mittelwerte nimmt man als die Fehler der einzelnen Messungen an, weil man den Mittelwert als den wahren Wert ansehen muss, wenngleich er nur der wahrscheinlichste Wert ist. Bildet man nun von diesen die Quadrate und addirt dieselben, so ist diese Summe stets kleiner, als wenn man statt des arithmetischen Mittels irgend einen anderen Wert, als den wahren erklären und die Summe der Fehlerquadrate bilden

würde. Diese Methode der kleinsten Quadrate ist auch dann anzuwenden, wenn durch Messungen oder Beobachtungen mehrere unbekannte Grössen zu bestimmen sind und die Messungen mehr Gleichungen ergeben, als zu dieser Bestimmung nöthig sind. Man ist sonach auf diese Art im Stande, nach festen Grundsätzen zu rechnen und die wahrscheinlichsten Werte der gesuchten Grössen, so wie deren Fehler (sammt den entsprechenden Fehlergrenzen) zu ermitteln. — Diese Methode wird daher überall anzuwenden sein, wo die wahrscheinlichsten Werte beobachteter Grössen bestimmt werden sollen.

[21]) Aus den Resultaten zweier Längengradmessungen kann man auch die Abplattung α und die Axen $2a$ und $2b$ der Meridianellipse ermitteln. Denkt man sich nämlich in der vorletzten Figur durch den Beobachtungsort M unter der Polhöhe φ, einen Parallelkreis gelegt und die Länge zwischen den beiden Orten A und B auf demselben gleich l gesetzt, sowie den hiezu gehörigen Längenunterschied für den Radius 1 mit w bezeichnet, so ergibt sich zwischen den Grössen l, b, φ, α und w die Gleichung:

$$l = b.\ w.\ cos\ \varphi\ (1 + \alpha + \alpha.\ sin^2\ \varphi)$$

Werden nun in einem zweiten, unter der Polhöhe φ_1 liegenden Parallelkreis zwischen zwei Orten desselben die analogen Grössen l' und w' durch Messung bestimmt, so ergibt sich die Relation:

$$l' = b.\ w'.\ cos\ \varphi'\ (1 + \alpha + \alpha\ sin^2\ \varphi_1)$$

Die Auflösung dieses Gleichungssystems liefert die Werthe von α und b und hieraus jenen von a. — Es ist von Interesse, hier noch die von **W. Bessel** angegebene Formel zur Bestimmung der Länge l eines Meridiangrades, sowie jene für die Länge l' eines Parallelgrades (beide unter der mittleren Polhöhe φ gedacht) anzusetzen. Es ist:

$l = 57013{\cdot}109 - 286{\cdot}337\ cos\ 2\ \varphi + 0{\cdot}611\ cos\ 4\ \varphi + 0{\cdot}001\ cos\ 6\ \varphi$ Toisen.
$l' = 57156{\cdot}285\ cos\ \varphi - 47{\cdot}825\ cos\ 3\ \varphi + 0{\cdot}060\ cos\ 5\ \varphi$ Toisen.

Name des Landes	Mittlere Polhöhe	G = Gemess., B = Berechn. Länge des Meridiangrades in Toisen		Differenz $G-B$	Beobachter
Schweden	66° 20′ 12·0″	57209·0	57207·1	+ 1·9	Svanberg
Russland (Belin-Hochland)	56° 3′ 55·5″	57127·9	57120·5	+ 7·4	Struve, Tenner
Preussen	54° 58′ 26·0″	57135·0	57110·3	+ 24·7	Bessel, Baeyer
Dänemark	54° 8′ 17·5″	57093·1	57102·4	— 9·3	Schumacher
Hannover	52° 32′ 17·0″	57126·2	57087·1	+ 39·1	Gauss
England (Dunnose-Clifton)	52° 2′ 19·4″	57069·8	57082·2	— 12·4	Roy, Mudge, Kater
Frankreich	44° 51′ 2·5″	57012·5	57011·1	+ 1·4	Delambre, Mechain, Biot, Arago
Ostindien (Punae-Kallianpoor)	16° 8′ 21·5″	56771·5	56770·8	+ 0·7	Lambton, Everest
Ostindien (Trivandep-Paudre)	12° 32′ 20·3″	56759·6	56753·4	+ 6·2	Lambton
Peru (südl. Breite)	1° 31′ 0·3″	56731·7	56726·6	+ 5·1	Bouguer, Condamine
Nordamerika	39° 12′ 0·0″	56889·0	56955·0	— 66·0	Mason, Dixon
Cap d. guten Hoffnung (s. Br.)	32° 2′ 42·0″	56905·2	56887·6	+ 17·6	Maclear

(Es verdient noch bemerkt zu werden, dass in Deutschland zuerst General von Müffling aus dem vorhandenen Messungsmateriale die Grösse

eines Parallelgrades ermittelte, indem er ein grosses Dreieck zwischen Seeberg, Mannheim und Dünkirchen formirte und hieraus die Gradlänge und Abplattung berechnete.)

[22]) Die Lothablenkung im Meridian lässt sich wie folgt nachweisen. — Man kann aus jedem Dreiecksnetze die Länge des elliptischen Meridianbogens rechnen, welcher den Abstand der Parallelkreise zweier Netzpunkte A und B bestimmt. Aus der gegebenen geographischen Breite von A lässt sich ferner die Breite von B berechnen. Aus der Rechnung resultirt nämlich die Richtung der Normale in B und zwar ausgedrückt durch den Winkel β der Normale in B mit der grossen Meridianaxe. $\sphericalangle\ \beta$ ist nun die geodätische Breite von B; die astronomische Breite von B ergibt sich durch unmittelbare Messung der Polhöhe in B. Die Polhöhe in B ist nun einerlei mit der astronomischen Breite oder dem Winkel β', den die Richtung der Schwere mit der Hauptaxe der Meridian-Ellipse bildet. Ist nun $\sphericalangle\ \beta = \beta'$, so fällt die Normale mit der Schwerrichtung in eine Gerade, d. h. an dieser Stelle deckt sich die sphäroidische und geoidische Oberfläche oder dieselben sind mindestens parallel. Sind diese $\sphericalangle$ verschieden, so drückt $\beta - \beta'$ den Unterschied der geodätischen und astronomischen Breite aus und heisst die Lothabweichung des Punktes B im Meridian. Die Lothstörung im Parallel wird analog ermittelt. Es sei nämlich für den Ort A die geographische Breite und Länge direkt gegeben und von A nach dem Punkte C ein Dreiecksnetz gelegt, so kann man hieraus den Bogen des Parallels von A bis zu dem durch C gelegten Meridian, also den Winkel γ der Meridiane von A und C berechnen. $\sphericalangle\ \gamma =$ der geodätisch bestimmten Länge von C in Bezug auf A. Wird nun die astronomische Länge γ' von C in Bezug auf A durch Beobachtung gemessen und ist $\sphericalangle\ \gamma = \gamma'$, so findet im Parallel keine Lothablenkung statt. Ist hingegen γ von γ' verschieden, so gibt $\gamma - \gamma'$ die Lothabweichung an. Dieselbe zeigt an, dass in diesem Punkte C die Mittagslinie und der Meridian des Rotations-Ellipsoids nicht in eine Ebene fallen. — Die Lothabweichung kann auch ausser dem Meridian und Parallel vorhanden sein. Man kann diesen Fall stets auf die vorigen reduciren. Man sucht nämlich die Abweichungen im Meridian und Parallel und wird hieraus die Abweichung des Lothes von der Normale des Ellipsoids (in einem der vier Räume) berechnen, die von den Meridian- und Parallelkreisebenen gebildet werden. — Diese Untersuchungen führen also zur Entscheidung über die Congruenz oder Nichtcongruenz der sphäroidischen und geoidischen Oberfläche an den betreffenden Stellen.

[23]) Weitere Zahlenangaben finden sich in:

a) **Bremiker:** Log.-trig. Tafeln mit 6 Stellen. Berlin 1876. (S. 518—542.)

b) **W. Jordan:** Taschenbuch der niederen und höheren Vermessungskunde. Stuttgart 1873. (S. 262 bis 271; S. 279, etc.)

c) **Bauernfeind:** Elemente der Vermessungskunde. 1869. 3. Auflage. (S. 815—819.) II. Band.

[24]) Die Aufgabe, aus den Gradmessungen, die Grösse und Figur der Erde herzuleiten, ist von vielen Forschern versucht worden. Früher wurden

zur Ermittlung der Meridianellipse 2 Gradmessungen benützt. Laplace versuchte mehrere zusammenzufassen, aber es gelang ihm nicht, die sich zeigenden Widersprüche völlig zu eliminiren. Walbeck hat 1819 aus 6 Gradmessungen, welche er nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelte, gefunden:

$$\alpha = \frac{1}{302{\cdot}78};\ Q = \text{Meridianquadrant} = 5130878{\cdot}4^t$$
$$\text{und } a = 3271819{\cdot}5^t;\ b = 3261012{\cdot}8^t.$$

E. Schmidt in Göttingen nahm 1829 zu den 6 von Walbeck benützten Messungen noch die Hannover'sche hinzu und fand:

$$\alpha = \frac{1}{297{\cdot}179};\ Q = 5130779{\cdot}0^t;\ a = 3271852{\cdot}3^t;\ b = 3260962{\cdot}9^t.$$

James bestimmte 1858 die Elemente der Ellipse, die der englischen Messung am besten entspricht und erhielt $\alpha = \frac{1}{280{\cdot}4}$; $a = 3272634{\cdot}8^t$; $b = 3260962{\cdot}9^t$. James hat ferner die Figur der Erde unter zwei verschiedenen Annahmen untersucht. 1. Unter der Voraussetzung, dass der Krümmungsradius des Meridians (wenn φ die Polhöhe ist) den allgemeinen Ausdruck habe: $\rho = A + 2\,B.\,cos\ 2\,\varphi + 2\,C.\,cos\ 4\,\varphi$ in welchem die willkürlichen Constanten A, B, C aus den Gradmessungen abzuleiten sind. Von den Werten dieser Constanten hängt es dann ab, ob die Curve eine Ellipse ist oder nicht. Hiebei benützte er 8 Meridianbögen und erhielt:

$$= 3267074{\cdot}2 - 16820{\cdot}1\ cos\ 2\,\varphi + 244{\cdot}3\ cos\ 4\,\varphi \text{ (Toisen); ferner } \alpha = \frac{1}{291{\cdot}86};$$
$$a = 3272664{\cdot}7^t;\ b = 3261451{\cdot}0^t.$$

2. Unter der Voraussetzung einer elliptischen Meridianform bekam er:

$$\rho = 3266973{\cdot}5 - 16681{\cdot}8\ cos\ 2\,\varphi + 35\,5\ cos\ 4\,\varphi$$
$$\alpha = \frac{1}{294{\cdot}26};\ a = 3272531{\cdot}6^t;\ b = 3261410{\cdot}2^t$$

Die wahrscheinlichen Fehler zeigen sich unter der Voraussetzung einer elliptischen Meridianform am kleinsten, also ist diese die wahrscheinlichste Form. — Jacobi zeigte 1834, dass auch bedingungsweise ein dreiaxiges Ellipsoid in's Gleichgewichtkommen kann. *Clarke* versuchte 1866 die Bestimmung der Dimensionen eines dreiaxigen Ellipsoids aus 6 Gradmessungen nach der M. d. kl. Q. (Auszug hieraus s. Vierteljahresschrift der astronomischen Gesellschaft. 1868. S. 274); doch dasselbe genügt auch nicht allen Messungen. — So wird man sich nun schrittweise durch successive Approximationen dem finalen Sphäroid allmälich nähern.

[25]) Die ersten Bestimmungen von Längendifferenzen mittelst des Telegraphen vollzogen Walker und Gould in Nordamerika; in Deutschland hingegen W. Peters zwischen Altona und Schwerin. Die grossartigsten derartigen Operationen gingen von W. Struve aus und betreffen die Messungen im 52. Parallel Es wurden daselbst die Längendifferenzen von Greenwich bis Saratow und weiter bis Orsk ermittelt. — Originell war die Elimination der sogenannten persönlichen Gleichung durch Einführung von Referenzstationen. Man wusste nämlich schon lange, dass zwei Beobachter dieselbe Erscheinung nicht gleichzeitig wahrnahmen. Der Unterschied in der Zeitdauer, der zwischen der Sinnesaffection und dem Bewusstwerden derselben verfliesst, ist nicht bei allen Men-

schen derselbe und hierin besteht die (von Bessel eingeführte) persönliche Gleichung. Der hieraus resultirende Fehler kann durch Stationswechsel und Wiederholung der Messung weggebracht werden. — Die neue Methode geht jedoch so vor: Hat man die Längendifferenz der Orte A und B gegen die Station R gefunden, indem in R derselbe Beobachter verblieben ist und ein zweiter vorerst in A und dann in B operirte, so besitzen die Längendifferenzen AR und BR denselben persönlichen Fehler. Hieraus folgt durch Subtraction, dass die Längendifferenz AB von jenem Fehler frei ist. Man nennt hiebei A und B die Haupt- oder Linien- und R die Referenz-Station.

[26]) Organisation der europäischen Gradmessung. — Die Anregung zur europäischen Gradmessung gab bekanntlich 1861 der hochverdiente Geodät *J. J. Baeyer* durch seine Denkschrift und seine besondere Eingabe an die preussische Regierung. In Folge dessen versammelten sich schon im April 1862 die Commissäre von Sachsen und Oesterreich zu vorläufigen Berathungen. Vorerst wurde über die Genauigkeitsansprüche an ältere Triangulirungen verhandelt. Weil der mittlere Fehler einer Polhöhe etwa $\frac{1}{4}$ Sekunden beträgt, was im Meridianbogen schon 10 Meter ausmacht, so verlangte man von den linearen Triangulirungsresultaten, dass sie auf $\frac{1}{2000000}$ genau seien. Bei Dreiecksketten sollen die Winkelwidersprüche 3 Sekunden nicht überschreiten. Ausser wissenschaftlichen Fragen bezüglich der astronomischen und geodätischen Arbeiten wurde die Abhaltung weiterer Conferenzen betont. Im November 1862 erschien der erste Generalbericht, der schon 15 theilnehmende Staaten anführte. Im Herbste 1864 tagte (vom 15. bis 22. October) die erste allgemeine Conferenz (die alle drei Jahre abgehalten wird) zu Berlin und die verhandelten Punkte betrafen *a*) Organisationsfragen; *b*) astronomische und physikalische Fragen; *c*) geodätische Fragen. Als erstes leitendes Organ der mitteleuropäischen Gradmessung wurde eine permanente Commission (s. Verhandlungen der 1. allgemeinen Conferenz, Berlin 1865. S. 11 — 12) aus 7, später 9 Mitgliedern, die sich alljährlich versammeln bestellt, welcher als ausführendes Organ das sogenannte Centralbureau zugeordnet wurde. Dieses Centralbureau wurde erst am 1. April 1866 eröffnet und ihm ein internationaler Geschäftskreis und ein solcher im eigenen Lande zugetheilt. (S. Generalbericht für 1864. S. 33 — 37 und jenen für 1867, S. 16.) Bei dieser Conferenz wurde noch beschlossen, dass auch sehr genaue Nivellements durchzuführen und in jedem Lande auf denselben Nullpunkt zu beziehen seien; ferner dass die Nullpunkte der einzelnen Länder untereinander verbunden und die in den Hauptseehäfen vorhandenen Pegel in's Netz aufgenommen werden sollen. Man hat demgemäss in neuerer Zeit zweckdienliche, selbstregistrirende Pegel aufgestellt. Ausserdem wurden noch Pendelbeobachtungen an möglichst vielen astronomischen Punkten projektirt. 1867 tagte in Berlin die zweite allgemeine Conferenz. Da Spanien, Portugal und Russland nun auch ihren Beitritt erklärten, so wurde die Gradmessung zur „europäischen" erweitert. Hauptberathungsfragen waren die Untersuchungen über die Intensität und Richtung der Schwere, und die wichtige Massfrage (s. Note 5); auch bezüglich der vom General Baeyer an verschiedenen

Massstäben entdeckten Veränderlichkeit der Ausdehnungscoefficienten wurden Forschungen angeregt. — 1869 schuf die preussische Regierung das „geodätische Institut“, welches für die Dauer der Gradmessung vom Präsidenten des internationalen Centralbureaus geleitet, die darauf bezüglichen Arbeiten dieses Bureaus auszuführen hat und dem in Zukunft die dauernde Wahrung und Fortbildung der höheren Geodäsie, Astronomie, etc. in Preussen als bleibende Aufgabe gestellt wird. Noch ist zu erwähnen, dass sich im December 1872 auf Einladung des Präsidenten des geodätischen Institutes, General **Baeyer,** die bisherigen Commissäre der deutschen Staaten zur Bildung einer deutschen Reichs-Gradmessungs-Commission (siehe Generalbericht über die europäische Gradmessung für 1872, S. 22—35) versammelten, um einen gemeinsamen Operationsplan für die deutschen Gradmessungarbeiten zu schaffen. Die dritte und vierte allgemeine Conferenz fand bezüglich in Wien 1871 und in Dresden 1874 statt, und die fünfte wird 1877 in Stuttgart tagen. — Eingehende Darlegungen und Ausweise enthalten die Generalberichte der europäischen Gradmessung (für 1862—1876), die Verhandlungsberichte der allgemeinen Conferenzen, die Sitzungsprotokolle der permanenten Commission der europäischen Gradmessung, sowie die Publicationen des geodätischen Institutes. — (S. auch die vom Centralbureau herausgegebene „Zusammenstellung der Literatur der Gradmessungsarbeiten“. Berlin 1876).

[27]) Um eine Uebersicht über den dermaligen Stand der europäischen Gradmessungsarbeiten zu ermöglichen, sollen die Hauptleistungen der einzelnen Länder der Reihe nach angeführt werden, wobei im Wesentlichen Prof. Sadebeck's vortreffliche Darstellung als Richtschnur dienen möge. — Im deutschen Reiche wurden die Triangulationen zumeist schon vor dem Beginne der europäischen Gradmessung vollzogen und zwar: *a)* die Gradmessung in Ostpreussen von Bessel und Baeyer; *b)* die Küstenvermessung, welche von der Weichselmündung bis zur Odermündung und darüber hinaus, einerseits bis Lübeck, andererseits bis Berlin führt, unter Baeyer's Leitung; *c)* die Verbindung der preussischen und russischen Dreiecksketten bei Thorn und Tarnowitz unter Baeyer's Leitung; *d)* eine Verbindung zwischen Berlin und den westlichen Dreiecken von Mecklenburg unter Baeyer's Leitung: *e)* die Haupt-Dreiecksketten der preuss. Landes-Triangulation östlich von der Weichsel und zwischen der Weichsel und Oder; *f)* die hannover'sche Gradmessung von Gauss; *g)* die bayrische Landesvermessung; *h)* die Triangulation von Mecklenburg. — Die Arbeiten von *a)* bis *f)* vollzog der preussische Generalstab, und jene unter *h)* der bayrische Generalstab in Verbindung mit der Steuer-Cataster-Commission. — Neue Messungen im deutschen Reiche sind: *α)* eine Dreieckskette des Berliner geodätischen Institutes, bis an den Taunus, die noch zu veröffentlichen ist; *β)* die erst theilweise veröffentlichte Dreieckskette des nämlichen Institutes, die sich an die frühere Kette anschliesst und durch Baden und Elsass bis zu den Schweizer-Dreiecken reicht; *γ)* die schleswig-holsteinischen Dreiecke der preussischen Landestriangulation: *δ)* die märkisch-schlesische Kette der preussischen Landesvermessung zwischen

Berlin und Breslau; ε) die schlesisch-posen'sche Kette der preussischen Landesvermessung; ζ) die noch nicht publicirte sächsische Triangulation. Die zugehörigen Basen dieser Dreiecksnetze befinden sich bei Königsberg, Berlin, in Sachsen, Grossenhain, Braak, Bonn, zwischen Speyer und Oggersheim, Nürnberg und bei München. Ausserdem existiren zahlreiche astronomische Punkte und sorgfältige Nivellements.

Leistungen ausserdeutscher Staaten. — Belgien besitzt ein vollendetes Dreiecksnetz mit 2 Basen bei Lommel und Ostende und 3 astronomischen Punkten. Nivellementsarbeiten sind erst zu publiciren. — Dänemark hat eine eigene Gradmessung, die von Schumacher angefangen und von Andrä in Kopenhagen weiter geführt wurde. Die Dreiecke stützen sich auf 2 Basen (bei Braak und Kopenhagen) und grenzen im Norden an die schwedische und im Süden an die deutsche Dreieckskette. Im Netze sind vier astronomische Punkte: Kopenhagen, Lysabbel, Altona und Lauenburg. Die Resultate sind theilweise publicirt. — England schloss sich zwar der europäischen Gradmessung nicht an, es besitzt jedoch gediegene Messungsresultate. Frankreich hat, seit der grossen Messung von 1792—1808 ein über das ganze Land sich erstreckendes Nivellement vollzogen, und noch neuestens wichtige telegraphische Längenbestimmungen und astronomische Messungen vollführt. Italien hat eine neue Triangulation angefangen, und von Sicilien bis Apulien erstreckt; dieselbe enthält dermalen fünf neue Basen und ist an zwei Punkten (über das adriatische Meer) mit dem österreichischen Dreiecksnetze in Dalmatien verknüpft worden. Ausserdem wurden viele astronomische Messungen und telegraphische Bestimmungen gemacht. - Österreich hat ein Dreiecksnetz mit zehn Basen, welches sich über das ganze Reich hinzieht (im Süden bis Albanien sich erstreckt) und mit allen Grenzländern verknüpft ist; seine Vollendung steht in Bälde zu erwarten. Ausserdem sind viele astronomische und telegraphische Längen-Bestimmungen vorgenommen und Nivellements angefangen worden. — Portugal verfügt über sechs astronomisch bestimmte Stationen und in seinem Dreiecksnetze ist die Hälfte der Winkelmessungen beendet. Die alte, noch mit hölzernen Messstangen ermittelte, Basis wird mit modernen Hilfsmitteln nachgemessen werden.

In Russland erstreckt sich die von W. Struve angelegte Dreieckskette des Meridianbogens von der Donaumündung bis zum Eismeere und umfasst 250 Dreiecke mit 10 Basen und 13 astronomisch bestimmten Punkten. (1816—1855). — Der europäische *Parallel-Bogen* der grossartigen Struve'schen Längengradmessung besitzt auf russischer Seite 290 Dreiecke mit 8 Basen und 9 astronomischen Punkten. Ausserdem zieht sich in der Breite von 47½ Grad eine Kette von Kichenef, westlich von Odessa, bis Astrachan, die 179 Dreiecke mit 2 Basen enthält. Auch in Polen sind mehrere Dreiecksketten, die mit den österreichischen und preussischen Netzen zusammenhängen. — Schweden und Norwegen besitzen zwei einander parallele Ketten, die von Norden nach Süden sich hinziehen. Eine von Stockholm über Christiania nach Bergen gehende Querkette verbindet dieselbe. Telegraphische Längenbestimmungen haben ferner stattgefunden zwischen Stockholm und Christiania, Lund und Berlin.

Die Schweiz wird von einem Netze von 32 Dreiecken umspannt, das wohl gemessen, dessen Daten aber noch nicht publicirt wurden. Auf 8 Punkten wurden Polhöhe, Azimuth, Länge und Pendellänge ermittelt, und endlich ein Nivellementsnetz über das ganze Land ausgedehnt und mit den Grenzländern verbunden.

Auch Spanien ist mit einem Netz umzogen; bisher sind auf 362 Dreieckspunkten erster Ordnung die Winkel gemessen; Polhöhe und Azimuth wurden auf fünf Punkten bestimmt. Basen wurden zwei gemessen, die eine bei Madrid (14½ Kilometer lang) und die andere bei Lugo. Ein Nivellementszug, der mehrere Polygone und 2500 Fixpunkte enthält, zieht sich quer durch's Land. Die Leitung der gesammten Arbeiten in Spanien ist dem General Ibannez übertragen. — Schon aus dieser skizzirten Darstellung dürfte ein deutliches Bild von dem Umfange und der Grossartigkeit dieser — dem Abschlusse zueilenden — Arbeiten, welche ganz neue Wege dem Studium der „Physik des Erdkörpers" eröffnen, zu gewinnen sein.

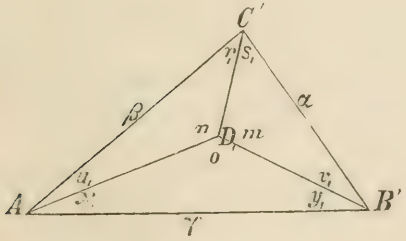
Die Pothenot'sche Aufgabe auf der Kugel.

Von Dr. **K. Friesach.**

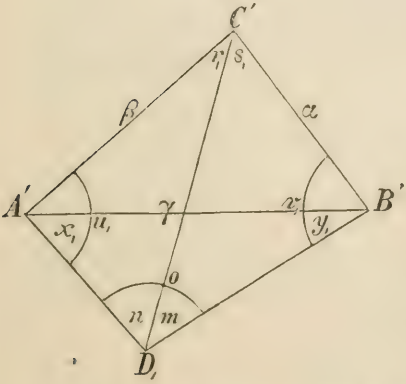
a) Die Pothenot'sche Aufgabe besteht bekanntlich in Folgendem:

In der Ebene eines gegebenen Dreieckes $A'B'C'$ ist die Lage eines Punktes D_1 so zu bestimmen, dass $\sphericalangle C'D_1B' = m$ und $\sphericalangle C'D_1A' = n$ sei. Hinsichtlich der Lage von D_1 sind drei Fälle möglich, welche durch die beigesetzten Figuren versinnlicht und durch *I, II, III* bezeichnet sind.

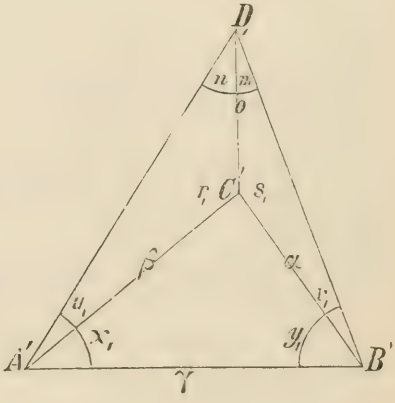
I.



II.



III.



In allen Fällen ergibt sich aus den Dreiecken $C'D_1A'$ und $C'D_1B'$ die Gleichung:

$$\beta \sin m \sin u_1 = \alpha \sin n \sin v_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1.)$$

Ausserdem ist für *I* und *II*: $m+n+u_1+v_1+C'=360^0$
und für *III*: $m+n+u_1+v_1 = C'$ } 2.)

Setzt man sonach im Falle *I* und *II*: $360^0-(m+n+C' = N$
im Falle *III*: $C'-m-n = N$,

so ist $v_1 = N - u_1$ und hat man mit Rücksicht auf 1.):

$$tg.\ u_1 = \frac{\alpha\ sin\ n\ sin\ N}{\beta\ sin\ m + \alpha\ sin\ n\ cos\ N}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3.),$$

wodurch die Aufgabe gelöst ist.

b) Liegen die Punkte *A*, *B*, *C*, *D* auf einer Kugelfläche und ist *D* derart zu bestimmen, dass die sphärischen Winkel *CDA* und *CDB* die Werthe *m* und *n* annehmen, so hat man gleichfalls die drei soeben betrachteten Fälle zu unterscheiden. Bezeichnet man die Seiten des sphärischen Dreiecks mit α, β, ν und die den u_1, v_1, r_1 etc. entsprechenden sphärischen Winkel mit u, v, r etc., so folgt aus den Dreiecken *CDB* und *CDA*:

$$sin\ \beta\ sin\ m\ sin\ u = sin\ \alpha\ sin\ n\ sin\ v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4.)$$

und aus *ABD*:

$$cos\ v = cos\ (m+n) = cos\ \nu\ sin\ (A \mp u)\ sin\ (B \mp v)\ cos\ (A \mp u) \times$$
$$\times\ cos\ (B \mp v) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5.)$$

wo die oberen Zeichen für den Fall *I* und *II*, die unteren für *III* gelten. Zur Ermittlung von u und v hat man die Gleichungen 4.) und 5.)

Grunert hat in seinem Archiv für Mathematik und Physik, Band 47, eine directe Auflösung bekannt gemacht, welche jedoch so mühsam ist, dass man in einem gegebenen Falle wohl immer einer indirecten Auflösung den Vorzug geben wird.

Hierzu benöthigt man zunächst einen genäherten Werth für u, den man aus 3.) erhalten kann. Die Gl. 4.) und 5.) können auch so geschrieben werden:

$$sin\ \beta\ sin\ m\ sin\ u - sin\ \alpha\ sin\ n\ sin\ v = F\ (u,\ v) = o \quad . \quad 4.')$$
$$cos\ (m+n) + cos\ (A \mp u)\ cos\ (B \mp v) - cos\ \nu\ sin\ (A \mp u) \times$$
$$\times\ sin\ (B \mp v) = f\ (u,\ v) = o \quad . \quad . \quad 5.')$$

Man setze nun $u = u_1$ und berechne aus 5.') den dazu gehörigen Werth $v = v_1$, so wird 5'.) durch u_1 und v_1 erfüllt, nicht aber 4'.) und man hat demnach:

$$F\ (u_1,\ v_1) = \delta$$
$$f\ (u_1,\ v_1) = o$$

Sind nun $u_1 + du$, $v_1 + dv$ die gesuchten Werthe, so ist

$$\left.\begin{aligned} \frac{dF}{du_1}\,du + \frac{dF}{dv_1}\,dv &= -\delta \\ \frac{df}{du_1}\,du + \frac{df}{dv_1}\,dv &= o \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 6.)$$

$$\text{wo} \quad \frac{dF}{du_1} = \sin\beta \sin m \cos u_1$$

$$\frac{df}{du_1} = \pm \sin(A \mp u_1) \cos(B \mp v_1) \pm \cos\nu \cos(A \mp u_1) \sin(B \mp v_1)$$

$$\frac{dF}{dv_1} = -\sin\alpha \sin n \cos v_1$$

$$\frac{df}{dv_1} = \pm \cos(A \mp u_1) \sin(B \mp v_1) \pm \cos\nu \sin(A \mp u_1) \cos(B \mp v_1)$$

Aus 6.) ergibt sich dann $du = \dfrac{\dfrac{df}{dv_1}\,\delta}{\dfrac{dF}{dv_1}\cdot\dfrac{df}{du_1} - \dfrac{dF}{du_1}\cdot\dfrac{df}{dv_1}}$,

$$u = u_1 + du,$$

worauf man v am bequemsten aus 4.) erhält.

c) Wenn die Seiten des gegebenen sphärischen $\triangle\, ABC$, wie es bei geodätischen Dreiecken stets der Fall ist, die Länge von 1^0 nicht überschreiten, kann die Berechnung von u und v, mit Hilfe des bekannten Legendre'schen Satzes, in folgender Weise ausgeführt werden:

Es sei $A'B'C'$ das mit ABC gleich lange Seiten habende geradlinige Dreieck und $A + B + C - 180^0 = E$, so ist, nach dem Legendre'schen Satze:

$$A' = A - \frac{E}{3}, \quad B' = B - \frac{E}{3}, \quad C' = C - \frac{E}{3}$$

und hat man zur Bestimmung des Punktes D_1, wie oben gezeigt wurde:

$$tg.\, u_1 = \frac{\alpha \sin n \sin N}{\beta \sin m + \alpha \sin n \cos N}, \quad v_1 = u_1 - N.$$

Für die übrigen in der Figur angegebenen ebenen Winkel ergeben sich nachstehende Werthe:

Fall *I.*	Fall *II.*	Fall *III.*
$x_1 = A' - u_1$	$x_1 = u_1 - A'$	$x_1 = A' + u_1$
$y_1 = B' - v_1$	$y_1 = v_1 - B'$	$y_1 = B' + v_1$
$r_1 = 180^0 - n - u_1$	$r_1 = 180^0 - n - u_1$	$r_1 = 180^0 - n - u_1$
$s_1 = 180 - m - v_1$	$s_1 = 180 - m - v_1$	$s_1 = 180 - m - v_1$
$o = 360^0 - m - n$	$o = m + n$	$o = m + n$

Wegen Kleinheit der Seiten α, β, ν, sind die u_1, v_1 etc. von den u, v etc., und ebenso die Flächenräume der oberen Dreiecke $C' D_1 A'$, $C' D_1 B'$, $A' D_1 B'$ von denjenigen der sphärischen CDA, CDB, ADB sehr wenig verschieden. Letztere werden aber bekanntlich durch die sphärischen Excesse dieser Dreiecke, welche ich durch E_β, E_α, E_ν bezeichne, ausgedrückt. Man darf daher setzen:

$$E_\beta = \frac{\beta^2 \sin u_1 \sin v_1}{2 \sin n \sin 1''}, \quad E_\alpha = \frac{\alpha^2 \sin v_1 \sin s_1}{2 \sin m \sin 1''}, \quad E_\nu = \frac{\nu^2 \sin x_1 \sin y_1}{2 \sin v \sin 1''}$$

Diese Ausdrücke geben die sphärischen Excesse in Bogensekunden, wenn α, β, ν in Theilen des Halbmessers ausgedrückt sind. Als Probe für die Zulässigkeit der letzten Gleichungen kann die Gl. 7.) dienen, welcher die gefundenen Werthe E_α, E_β, E_ν genügen müssen.

$$\left.\begin{aligned} E &= E_\alpha + E_\beta + E_\nu \quad \text{(Fall } I.\text{)} \\ E &= E_\alpha + E_\beta - E_\nu \quad \text{(Fall } II.\text{)} \\ E &= E_\nu - E_\alpha - E_\beta \quad \text{(Fall } III.\text{)} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 7.)$$

Jedem der zuletzt genannten sphärischen Dreiecke entspricht ein ebenes, das mit ersterem gleich lange Seiten hat. Indem ich diese ebenen Dreiecke durch $C' D' A'$, $C' D' B'$, $A' D' B'$, und die in denselben vorkommenden, den u, r, m etc. entsprechenden Winkel durch u', v', m' etc. bezeichne, ist nach dem Legendre'schen Satze:

$$m' = m - \frac{E_\alpha}{3}, \quad n' = n - \frac{E_\beta}{3}, \quad o' = o - \frac{E_\nu}{3}.$$

Ferner ist $r' = r - \frac{E_\beta}{3}$

$$s' = s - \frac{E_\alpha}{3}$$

folglich

$$r' + s' = r + s - \frac{E_\alpha + E_\beta}{3} = \begin{cases} C - \frac{E_\alpha + E_\beta}{3} & \text{(Fall } I. \text{ u. } II.\text{)} \\ 360^0 - C - \frac{E_\beta + E_\beta}{3} & \text{(Fall } III.\text{)} \end{cases}$$

Aus den Dreiecken $C'D'A'$ und $C'D'B'$ ergibt sich nun:

$$\left.\begin{array}{l} \beta \sin m' \sin u' = \alpha \sin n' \sin v' \\ u' + n' + r' + s' + v' + m' = 360^0 \end{array}\right\} \quad \ldots \quad 8.)$$

Setzt man daher $360^0 - (m' + n' + r' + s') = N'$, so ist wie zuvor:

$$tg.\, u' = \frac{\alpha \sin n' \sin N'}{\beta \sin m' + \alpha \sin n' \cos N'}, \quad v' = N' - u'.$$

Sind aber u' und v' bekannt, so ist

$$u = u' + \frac{E_\beta}{3}, \quad v = v' + \frac{E_\alpha}{3}.$$

Im Folgenden stelle ich sämmtliche zur Berechnung von u und v erforderlichen Formeln übersichtlich zusammen:

I.	*II.*	*III.*
$A + B + C - 180^0 = E$,	$A' = A - \frac{E}{3}$,	$B' = B - \frac{E}{3}$,
$C' = C - \frac{E}{3}$,	$360^0 - (m + n + C') = N$	$C' - (m + n) = N$

$$tg.\, u_1 = \frac{\alpha \sin n \sin N}{\beta \sin m + \alpha \sin n \cos N}, \quad v_1 = N - u_1$$

$x_1 = A' - u_1$	$x_1 = u_1 - A'$	$x_1 = A' + u_1$
$y_1 = B' - v_1$	$y_1 = v_1 - B'$	$y_1 = B' + v_1$
$r_1 = 180^0 - n - u_1$	$r_1 = 180^0 - n - u_1$	$r_1 = 180^0 - n - u_1$
$s_1 = 180 - m - v_1$	$s_1 = 180 - m - v_1$	$s_1 = 180 - m - v_1$
$o = 360 - m - n$	$o = m + n$	$o = m + n$

$$E_\alpha = \frac{\alpha^2 \sin v_1 \sin s_1}{2 \sin m \sin 1''}, \quad E_\beta = \frac{\beta^2 \sin u_1 \sin r_1}{2 \sin n \sin 1''}, \quad E_\gamma = \frac{\gamma^2 \sin x_1 \sin y_1}{2 \sin v \sin 1''}$$

$$m' = m - \frac{E_\alpha}{3} \qquad n' = n - \frac{E_\beta}{3} \qquad o' = v - \frac{E_\gamma}{3}$$

$$360^0 + \frac{E_\alpha + E_\beta}{3} - (m' + n' + C) = N' \qquad C + \frac{E_\alpha + E_\beta}{3} - (m' + n') = N'$$

$$tg.\, u' = \frac{\alpha \sin n' \sin N'}{\beta \sin m' + \alpha \sin n' \cos N'}, \quad v' = u' - N'$$

$$u = u' + \frac{E_\beta}{3}, \qquad v = v' + \frac{E_\alpha}{3}$$

e) Um zu zeigen, dass diese Berechnungsweise auch bei Dreiecken, deren Seiten die Länge Eines Grades weit überschreiten, noch anwendbar ist, lasse ich ein nummerisches Beispiel folgen.

In dem gegebenen sphärischen $\triangle ABC$ sei

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= 2^0 = \frac{\pi}{90} \\ \beta &= 3 = \frac{\pi}{60} \\ \nu &= 2{\cdot}5 = \frac{\pi}{72} \end{aligned}\right\} \text{ woraus } \left\{\begin{aligned} A &= 41^0\ 25'\ 26{\cdot}''6 \\ B &= 82\ \ 50\ \ 1{\cdot}2 \\ C &= 55\ \ 47\ \ 8{\cdot}1 \end{aligned}\right.$$

$$E = 0\ \ 2\ \ 35{\cdot}9$$

Der Punkt D ist derart zu bestimmen, dass

$m = 120^0$, $n = 150^0$, folglich $v = 90^0$.

Mittelst obiger Werthe findet man:

N	$= 34^0\ 13'\ 43{\cdot}''8$	E_α	$= 0'\ 35{\cdot}''2$
u_1	$= 9\ \ 19\ \ 37{\cdot}1$	E_β	$= 0\ \ 32{\cdot}3$
r_1	$= 24\ \ 54\ \ 6{\cdot}7$	E_ν	$= 1\ \ 28{\cdot}4$
x_1	$= 32\ \ 4\ \ 57{\cdot}5$	m'	$= 119^0\ 59'\ 48{\cdot}''3$
y_1	$= 57\ \ 55\ \ 2{\cdot}5$	n'	$= 149\ \ 59\ \ 49{\cdot}2$
r_1	$= 20\ \ 40\ \ 22{\cdot}9$	N'	$= 34\ \ 13\ \ 36{\cdot}9$
s_1	$= 35\ \ 5\ \ 53{\cdot}3$	u'	$= 9\ \ 19\ \ 36{\cdot}7$
		v'	$= 24\ \ 54\ \ 0{\cdot}2$

endlich $u = 9^0\ 19'\ 47{\cdot}''5$ $\quad v = 24^0\ 54'\ 11{\cdot}''9$

Berechnet man mittelst dieser Werthe beide Theile der Gleichung 4.), so stimmen deren Logarithmen bis zur 7. Decimalstelle überein und ebenso wird die Gleichung 3.) durch die Werthe $x = A - u = 32''\ 5'\ 39{\cdot}''1$ und $y = B - v = 57^0\ 55'\ 49{\cdot}''3$ erfüllt.

Ueber steirische Magnesite.

(Vortrag, gehalten am 21. September 1875, in der Section für Mineralogie und Geologie der 48. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Graz).

Von Prof. **J. Rumpf.**

(Mit I Tafel.)

Wenn ich mir erlaube der hochgeehrten Versammlung ein Thema vorzubringen, das ich schon wiederholt zum Gegenstande kleiner Untersuchungen und Publicationen*) wählte, — so bewegen mich dazu einerseits die den Herren Naturforschern vom steirischen Landes-Museum zur Verfügung gestellten Handstücke des Pinolites, anderseits noch kaum berührte Fragen, welche sich an die Entstehung und Umbildungsweise der colossalen Magnesitstöcke im nördlichen Grauwackenzeuge der Alpen knüpfen lassen.

Im letzten grossen Mineraliensaale unseres Landes-Museums, und zwar an den Seiten der Büste des hierin verewigten Gründers dieser Sammlungen, Seiner kaiserlichen Hoheit Erzherzog Johann, errichtete die Museumsverwaltung zur feierlichen Erinnerung an die beiden in Graz abgehaltenen Naturforscher-Versammlungen zwei Tafeln aus dem Gesteine Pinolit, welches dem Lagerstocke Sunk bei Hohentauern, südöstlich von Rottenmann entnommen wurde.

---

*) a) „Ueber krystallisirte Magnesite aus den nordöstlichen Alpen," in den Mineralog. Mittheilungen gesammelt von G. Tschermak, 1873. IV. Heft.

b) Vortrag „Ueber krystallinische Magnesite und ihre Lagerstätten in den nordöstlichen Alpen," Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1873, Nr. 17.

c) Notizen aus dem steiermärkischen Landesmuseum: „Pinolit von Goldeck", in den Mineralog. Mittheilungen gesammelt von G. Tschermak, 1874, IV. Heft.

Diese den Geistesfesten von 1843 und 1875 gesetzten Platten bieten mir heute den willkommensten Ausgangspunkt für eine Besprechung der steirischen Magnesite.

Es ist bereits als völlig erwiesen zu betrachten, dass sämmtliche, längs dem Nordrande der Urgebirgs-Alpenkette in mächtigen Lagerstöcken zerstreut auftretende, phanerokrystallinische Magnesite dem Uebergangsgebirge mit, ich möchte wohl schon sagen, allgemein silurischem Alter angehören. Davon liegen nur zwei Vorkommen ausserhalb Steiermark und zwar jenes von Goldeck bei Lend im Salzachthale, welches ich nur aus Werk- und Handstücken kenne, ferners das in Gestalt lenticulärer Nester zwischen quarzigen Schiefern eingebettete zu Klamm im Semmeringgebirge. Innerhalb dieser Grenzstationen fallen die steirischen Punkte: Sunk, südöstlich Rottenmann, Wald und Mautern bei Kalwang, Oberdorf im Tragössthale bei Bruck und St. Erhard in der Breitenau bei Mixnitz.

Bezüglich der genetischen Verhältnisse dieser übrigen mir aus Begehungen näher bekannten Lagerstätten möchte ich gleich die wichtigste hierin sich manifestirende Thatsache hervorheben, welche darin besteht, dass es sich trotz mehrfacher Abweichungen der Ausbildungsweisen in den verschiedenen Localitäten zeigt, diese Magnesite müssen gleichartiger, durch ein und dieselben Ursachen bedingter Entstehung sein.

Zwei Contraste im Habitus der Gesteine fallen besonders auf.

Die eine Sorte ist der constant aus linsenförmigen Magnesitkrystallen und dunklem, graphitischen Thonschiefer zusammengesetzte Pinolitfels, wie er mit unvergleichlich schönen garbenförmigen Zeichnungen aus dem Sunk und zum Theile ähnlich gestaltet auch zu Goldeck, Wald und am Semmering gewonnen wird.

Die andere Abänderung bildet der in seiner grobkrystallinischen Textur oft die Kalksinter überbietende, völlig reine Magnesitfels, welcher die Hauptmasse zu St. Erhard und in wechselnder Ergiebigkeit noch jene zu Oberdorf und Mautern ausmacht.

Uebergänge zwischen diesen beiden Grundtypen existiren mehr oder weniger reichlich in sämmtlichen Localitäten und eben die nirgends ganz fehlende Thonschiefermatrix ist unter anderen Momenten ein leicht fassbarer Anhaltspunkt für die Erklärung

der identen Entstehungsart aller in Betracht gezogenen Magnesitanhäufungen.

Werfen wir nun einen Blick auf die Lagerungsverhältnisse oder die Architektonik der augenscheinlich reichhaltigsten und auch am meisten aufgedeckten Felsen im Sunk, zu Wald, Oberdorf und St. Erhard.

Ueberall sind es stockförmige, durch keine ursprüngliche Schichtung untertheilte, wohl aber durch regellose Klüfte zertrümmerte Lagermassen von etwa 8 bis 100 Meter Mächtigkeit. Sie treten zwischen deutlich geschichteten, ja fast gewöhnlich schiefrigen Gesteinen auf, worunter dunkle Thonschiefer wieder die Hauptrolle spielen. So erscheinen dieselben bei den Lagerstöcken im Sunk und zu Wald als unmittelbare Einhüllungen, am Semmering werden Quarzit- und Grauwackenschiefer ihre Vertreter und in den zwei Punkten Oberdorf und St. Erhard ist das Möglichste an Begleitgesteinen vorhanden.

Besonders im Hochthale von Oberdorf treffen wir schöne Profile aufgedeckt. Taf. I. Fig. 1 und 2. Plattige, feinkörnige Kalke bilden theils directe, theils nach einer Ueberdeckung mit Thon- und unreinen Talkschiefern das Liegende des Magnesitflötzes, welches am rechten Thalgehänge eine Mächtigkeit von 50 Meter erreicht, während sich dasselbe an der linken Thalwand in drei, durch Talkschiefermitteln getrennte Aeste gabelt. Das Hangende bilden Thon- und Grauwackenschiefer, die nach Oben zu allmählig in körnige Grauwacke übergehen. Das Streichen des Schichtsystemes ist durchschnittlich N. S., sein Fallen gegen N. W. unter Winkeln von 20—80 Graden. Die Liegendkalke lieferten noch keine organischen Reste, sonst gleichen sie jenen der Triebensteinerwand am Aufstieg zum Sunk. In letzterer sind aber zahlreich Crinoidenstielglieder zu finden und ich habe diese Kalksteine, trotzdem sie nicht hinreichend zu verfolgen sind, bereits vor einem Jahre als ein weiteres Liegendgestein des Sunker-Pinolitstockes angesprochen*).

Einige Bemerkungen werden genügen, um auch die Analogie

*) Notizen aus dem steiermärkischen Landesmuseum: „Crinoiden aus dem Sunkgraben:“ in den Mineralog. Mittheilungen, gesammelt von G. Tschermak, 1784, IV. Heft.

der Lagerstätte von St. Erhard mit den übrigen constatiren zu können.

Das Profil des Ostgehänges vom Kreuzgraben bei St. Erhard, Taf. I. Fig. 3, zeigt im Liegenden wohlgeschichtete, theilweise gewundene und mehr weniger phyllitische Thonschiefer. Darüber breitet sich der Magnesitlagerstock aus, welcher in seiner bisher aufgedeckten grössten Mächtigkeit 15 Meter erreicht, während seine Erstreckung auf 40 Meter zu verfolgen ist. Die ferners den ganzen Gebirgsrücken bildende Hangenddecke ist vorwiegend ein kalkiger Thon- oder Grauwackenschiefer, dem sich in untergeordneten Lagen eine sandsteinartige Grauwacke einfügt. Dieses Schichtsystem besitzt gleichfalls ein nahezu nordsüdliches Streichen mit westlichem Einfallen unter Winkeln von 10—20 Graden. Der eigenthümlicher Weise sehr kalkreiche Hangendschiefer führt zerstreut, jedoch unter Einhaltung des nördlichen Streichens noch einige zu Tage tretende Magnesitfels-Partien, deren Ausdehnungen aber nicht ermittelt sind.

Sonach glaube ich die Architektonik der Lagerstätten in ihren wesentlichsten Charakteren dargestellt zu haben und will es nun versuchen, der hochgeehrten Versammlung meine Ansichten über die Entstehung der krystallinischen Magnesite unserer Alpen zu entwickeln.

Mit der Frage über das Zustandekommen solch' kolossaler Anhäufungen von nahezu reiner kohlensaurer Magnesia stehen wir einem Factum gegenüber, welches vor zwei Jahrzehnten kaum erst begann in die grösseren Forscherkreise zu dringen. Aber schon damals wurde, zumal aus morphologischen Gründen, die Nothwendigkeit einer getrennten Betrachtung der phanero- und kryptokrystallinischen Magnesite erkannt und seither findet diese Auffassung auch darin eine Stütze, dass die Charaktere der Lagerstätten beider Gruppen sich als wesentlich verschiedene ergeben.

Es schiene momentan plausibel, die grobkrystallinischen Magnesite kurzweg für fortgesetzte Auslaugungsproducte der Kalksteinlager zu halten, — aber schon die Thatsache, dass bei keinem Dolomitgebirge dieses Stadium erreicht, und auch in sämmtlichen Magnesitlagerstätten unseres Silur kein stichhältiger Beleg für diese Annahme aufzubringen war, lässt kaum hoffen,

ihr Entstehen durch Metamorphosirung überhaupt erklären zu können.

Ich will es demnach versuchen, die Anzeichen zu sammeln, welche für einen directen Absatz sprechen.

Schon das gross- oder grobkörnige Gefüge im reinen, der ununterbrochene Krystallbau im pinolitischen Magnesitfels lassen auf die Gegenwart, ich darf wohl schon betonen, den anhaltenden Zufluss eines sehr ergiebigen Bildungsmateriales schliessen. Es liegen weiters in den Umständen, — dass selbst an Stellen, wie zu Oberdorf, wo den Magnesit und Kalkstein kein Thonschiefermittel trennt, auch kein Uebergangsglied zwischen beiden existirt, dass es ferners kaum Handstücke des Gesteines gibt, in welchen nicht mindest einzelne funkelnde Pyritkryställchen eingebettet wären, daher sie der Wachsthumperiode der Magnesitindividuen angehören, und nachdem endlich der in so vielen Magnesitaggregationen eingeflochtene graphitische Thonschiefer, das ist, was er füglich auch ohne der Magnesite geworden wäre, — eine Reihe von Gründen, angesichts welcher, meine Herren, mit dem Satze keine allzubreite Kluft zu übersetzen seine dürfte, wenn wir die Lagerstöcke der Magnesitspathe erklären als Producte der Thermen des Silur.

Ob nun bloss doppelt kohlensaure Lösungen der Magnesia oder auch das schwefelsaure Salz die Therme zur Sättigung brachten, kann in den gegebenen Fällen für das Resultat minder belangreich sein. Selbst das Bittersalzwasser fand bei seinem Eindringen in den damaligen Schlamm des bituminösen Schiefers organische Substanzen, die einerseits sowohl die Magnesia-Carbonatbildung, als anderseits jene des Pyrites vermittelt haben konnten.

Ob es gelingen wird, organische Formen in den Magnesiten selbst aufzufinden, möchte ich nach den jetzigen Ergebnissen eher verneinen als bejahen. Es sind mitunter und zwar insbesondere in den Krystallinsen der Goldecker- und Sunker-Pinolite ellyptische Kerne wahrzunehmen, die mich durch einige Zeit verleiteten, nach palaeozoischen Resten zu fahnden,*) — die Dinge erwiesen sich im Dünnschliffe aber stets noch als Truggebilde.

*) l. c. „Pinolit von Goldeck."

Sonach scheinen die als eclatante Stockgebilde sich einstellenden Magnesitfelsen das Product völlig reiner chemischer Thätigkeit in seichten Tümpeln des warmen silurischen Meeres zu sein. Ein nachhaltiges Emporwallen der Magnesiasolution durch den Thonschlamm brachte allmählig die Krystallanhäufungen des Pinolites oder ohne jenes schwarzen Detritus die grobkrystallinischen und gleichfalls schichtungslosen Spatheinlagerungen zum Absatz.

Am Schlusse sei noch in Kürze der wichtigsten Veränderungen gedacht, die sich an den Felsmassen theilweise einstellen. Darunter erweisen sich die dynamischen Wirkungen von weit geringerem Belange, als es die chemischen sind.

Als eine Folge der ersteren zeigen sich oft prächtige Zwillingsstreifungen an den grossblättrigen Spaltungsstücken. In der letzten Richtung ist neben den auf freien Klufträumen ziemlich selten entstandenen secundären Krystalldrusen und krystallinischen Aggregaten hervorzuheben, dass bei allen Lagerstöcken grössere oder kleinere Partien des Magnesites durch kieselsaure Lösungen in blättrigen Talk, ja meist schon in Talkschiefer übergeführt wurden und diese sind als sogenanntes Federweiss bereits Gegenstand eines regellosen bergmännischen Abbaues geworden. Die fortschreitende Umwandlung des Magnesitspathes in Talk bietet einige interessante Momente, welche an vorliegenden Handstücken zu sehen sind. Auch chalcedonartige Ausscheidungen nisten sich zwischen manchen deutlich secundären Krystallaggregationen des Magnesia-Carbonates ein.

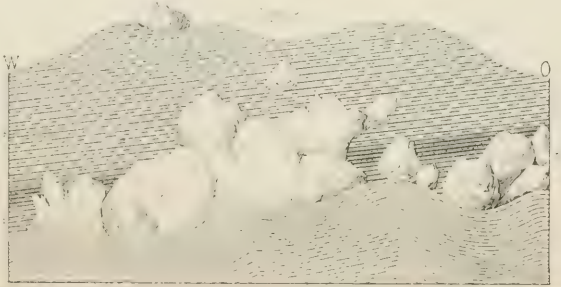
Nicht unerwähnt darf ich endlich lassen, dass der durchschnittliche Gehalt der Magnesite an kohlensaurer Magnesia zwischen 85 und 96 Procent variirt, das Uebrige entfällt auf Eisen- und Kalkcarbonat und unlösslichen Rückstand. Nur in der Localität bei St. Erhard ist auch eine kleine Felspartie zwischen der reinen Sorte bekannt, deren Analyse völlig die Zusammensetzung des Normaldolomites lieferte.*) Dieses Ergebniss verliert aber jede Bedeutung, da man die Kalkspathadern theils schon mit freiem Auge verfolgen oder aber zur besseren Illustration durch Essigsäure ersichtlich machen kann.

*) C. v. Hauer. Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1867, pag. 55.

Profile durch den Magnesit Lagerstock bei Oberdorf im Tragössthale.

Profil durch den Magnesit Lagerstock bei St. Erhard.

Im Südgehänge des Kreuzgrabens.



Ueber das Verhältniss des loxodromischen Weges zum sphärischen.

Von Dr. **Karl Friesach.**

Es seien m. m_1 zwei Punkte der hier kugelförmig angenommenen Erdoberfläche, φ, φ_1 und Φ, Φ_1 ihre geographischen und vergrösserten Breiten, λ ihr Längenunterschied, α und β ihr loxodromischer und sphärischer gegenseitiger Abstand. deren letzterer als eine gegebene, constante Grösse betrachtet werden soll, endlich, Kürze halber, $\varphi - \varphi_1 = \delta$, $\Phi - \Phi_1 = D$, so gelten die Gleichungen

$$\cos \lambda = \frac{\cos \beta - \sin \varphi_1 \sin \varphi}{\cos \varphi_1 \cos \varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1.)$$

$$\alpha = \frac{\delta}{D} \sqrt{\lambda^2 + D^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2.)$$

λ und β werden hier als positive innerhalb der Grenzen o und π liegende Grössen betrachtet. δ und D haben stets das nämliche Zeichen, und unter $\sqrt{\lambda^2 + D^2}$ ist immer die positive Wurzel zu verstehen.

α erscheint hier als eine Function der beiden Veränderlichen φ und φ_1. Lässt man aber m_1 einen fixen Punkt der Kugeloberfläche sein, so hängt α nur von der einen Veränderlichen φ ab. Da es gleichgiltig ist, welchen Pol man als den positiven annimmt, betrachte ich hier φ_1 stets als eine positive Grösse. Aus 1.) folgt

$$\left.\begin{aligned}
\sin \frac{\lambda}{2} &= \sqrt{\frac{\cos(\varphi - \varphi_1) - \cos \beta}{2 \cos \varphi_1 \cos \varphi}} \\
\cos \frac{\lambda}{2} &= \sqrt{\frac{\cos(\varphi + \varphi_1) + \cos \beta}{2 \cos \varphi_1 \cos \varphi}} \\
tg. \frac{\lambda}{2} &= \sqrt{\frac{\cos(\varphi - \varphi_1) - \cos \beta}{\cos(\varphi + \varphi_1) + \cos \beta}} \\
\sin \lambda &= \frac{\sqrt{[\cos(\varphi - \varphi_1) - \cos \beta][\cos(\varphi + \varphi_1) + \cos \beta]}}{\cos \varphi_1 \cos \varphi}
\end{aligned}\right\} \quad . \quad 3.)$$

$$\frac{d\lambda}{d\varphi} = \frac{\sin\varphi_1 - \cos\beta \sin\varphi}{\cos\varphi_1 \cos\varphi^2 \sin\lambda} \quad \ldots\ldots\ldots 4.)$$

Ferner ist $\Phi = l\ tg.\ (45^0 + \frac{\varphi}{2}) = l\ \frac{1 + \sin\varphi}{\cos\varphi}$

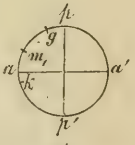
$$\frac{dD}{d\varphi} = \frac{d\Phi}{d\varphi} = \frac{1}{\cos\varphi} \quad \ldots\ldots\ldots 5.)$$

Endlich folgt aus 2.)

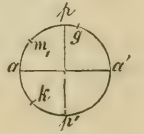
$$\frac{d\alpha}{d\varphi} = \frac{D^3 + \delta D\,\lambda \frac{d\lambda}{d\varphi} - \lambda^2 (\frac{\delta}{\cos\varphi} - D)}{D^2 \sqrt{\lambda^2 + D^2}} \quad \ldots 6.)$$

Indem φ alle mit der Gleichung 2.) vereinbarten Werthe durchläuft, beschreibt m um m_1 einen Kreis, der von dem Meridiane des Punktes m_1 halbirt wird. An den Durchschnittspunkten hat φ seinen kleinsten und seinen grössten Werth, die ich durch φ_k und φ_g bezeichne und ist, je nach den Werthen von φ_1 und β, entweder $\lambda = o$ oder $\lambda = \pi$. In dieser Beziehung sind die folgenden drei Fälle zu unterscheiden:

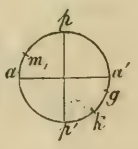
I. $\beta < \frac{\pi}{2} - \varphi_1$ $\begin{cases} \varphi_k = \varphi_1 - \beta & \lambda = o \\ \varphi_g = \varphi_1 + \beta & \lambda = o \end{cases}$



II. $\frac{\pi}{2} - \varphi_1 < \beta < \frac{\pi}{2} + \varphi_1$ $\begin{cases} \varphi_k = \varphi_1 - \beta & \lambda = o \\ \varphi_g = \pi - \varphi_1 - \beta & \lambda = \pi \end{cases}$



III. $\beta > \frac{\pi}{2} + \varphi_1$ $\begin{cases} \varphi_k = \beta - \varphi_1 - \pi & \lambda = \pi \\ \varphi_g = \pi - \varphi_1 - \beta & \lambda = \pi \end{cases}$



In den beigesetzten Figuren bedeutet der Kreis den Erdmeridian des Punktes m_1, pp' die Erdachse, aa' den Aequator k und g den Punkt m in jenen Lagen, wo $\varphi = \varphi_k$ und $\varphi = \varphi_g$.

Für $\lambda = o$, ist $\alpha = \beta$, folglich ein Minimum; für $\lambda = \pi$ aber ist α ein Maximum, wie aus Folgendem erhellt.

Indem φ und λ sich gleichzeitig ihren Grenzwerthen — d. i. φ_k oder φ_g und π — unendlich nähern, wird das zweite Glied

des Ausdruckes für $\frac{d\alpha}{d\varphi}$ (s. Gl. 6.) unendlich gross, während die übrigen Glieder endliche Werthe behalten. Da aber der Nenner nur positiv sein kann und diess auch von dem Producte $dD\,\lambda$ gilt, so haben, in diesem Falle, $\frac{d\alpha}{d\varphi}$ und $\frac{d\lambda}{d\varphi}$ das nämliche Zeichen. Nun ist für $\varphi = \pi - \varphi_1 - \beta$:

$$\frac{d\lambda}{d\varphi} = -\frac{\sin\beta}{\cos\varphi_1\cos(\varphi_1+\beta)\sin\lambda} \Big\rangle\ o, \text{ wegen } \varphi_1+\beta > \frac{\pi}{2}$$

und für $\varphi = \beta - \varphi_1 - \pi$:

$$\frac{d\lambda}{d\varphi} = \frac{\sin\beta}{\cos\varphi_1\cos(\beta-\varphi_1)\sin\lambda} \Big\langle\ o, \text{ wegen } \beta-\varphi_1 > \frac{\pi}{2}$$

α ist also im Wachsen, wenn sich m sehr nahe bei g, im Abnehmen aber, wenn es sich sehr nahe bei k befindet. Da aber φ an diesen Punkten seinen grössten und seinen kleinsten Werth hat, so findet in beiden Fällen ein Maximum statt.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass, indem sich m auf seinem Kreise, von k nach g bewegt, der loxodromische Bogen α, im Falle *I* mindestens einmal ein Maximum, im Falle *III* aber mindestens einmal ein Minimum werden muss. Diese und sämmtliche sonst noch etwa ausserhalb des Meridians von m_1 vorhandene Minima und Maxima müssen der Gleichung $\frac{d\alpha}{d\varphi} = o$ Genüge leisten. Leider ist diese Gleichung solcher Art, dass sie keine allgemeine Auflösung nach φ gestattet. Nur das Eine lässt sich leicht aus 6) ableiten, dass im Allgemeinen für $\varphi = \varphi_1$, α kein Maximum sein kann, es wäre denn $\varphi_g = \varphi_1$, d. i. $\varphi_1 = \frac{\pi-\beta}{2}$.

Denn in diesem Falle nimmt $\frac{d\alpha}{d\varphi}$ die Form $\frac{o}{o}$ an und kann der Werth dieses Bruches auf die bekannte Art durch Differentiiren des Zählers und des Nenners bestimmt werden. Aus 6.) folgt

$$\frac{d\alpha}{d\varphi} = \frac{D}{\sqrt{\lambda^2+D^2}} + \frac{\delta\lambda\ \frac{d\lambda}{d\varphi}}{D\sqrt{\lambda^2+D^2}} - \frac{\lambda^2(\delta - D\cos\varphi)}{D^2\cos\varphi\sqrt{\lambda^2+D^2}}$$

Setzt man $\varphi = \varphi_1$, so verschwindet das erste Glied dieses Ausdruckes; das zweite verwandelt sich in

$$\frac{\delta \frac{d\lambda}{d\varphi}}{D} = cos\ \varphi_1 \frac{d\lambda}{d\varphi},$$

und das dritte in $-\frac{\lambda(\delta - D\ cos\ \varphi)}{D^2\ cos\ \varphi}$

Nun ist $\frac{\delta - D\ cos\ \varphi}{D^2\ cos\ \varphi} = \frac{D\ sin\ \varphi}{2D - D^2 sin\ \varphi} = \frac{sin\ \varphi_1}{2}$

Man hat sonach

$$\frac{d\alpha}{d\varphi} = cos\ \varphi_1 \frac{d\lambda}{d\varphi} - \frac{\lambda\ sin\ \varphi_1}{2}$$

Mit Rücksicht auf die Gleichung 3.) und 4.) ist aber

$$cos\ \varphi_1 \frac{d\lambda}{d\varphi} = \frac{sin\ \varphi_1\ (1 - cos\ \beta)}{\sqrt{(1 - cos\ \beta)\ (cos\ 2\varphi_1 + cos\ \beta)}}$$

$$= sin\ \varphi_1 \sqrt{\frac{1 - cos\ \beta}{cos\ 2\varphi_1 + cos\ \beta}} = sin\ \varphi_1\ tg.\frac{\lambda}{2}$$

Es ist daher auch

$$\frac{d\alpha}{d\varphi} = sin\ \varphi_1\ (tg.\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2})$$

Dieser Ausdruck kann nur positiv sein. Für $\varphi = \varphi_1$, befindet sich daher α im Zustande des Wachsens und muss für einen Werth $\varphi > \varphi_1$ ein Maximum werden. Nur in dem genannten Ausnahmsfalle, wo $\varphi_1 = \frac{\pi - \beta}{2}$, findet, für $\varphi = \varphi_1$ ein Maximum statt.

Da es mir nicht gelang, sämmtliche Minima und Maxima des loxodromischen Bogens α aus der Gleichung $\frac{d\alpha}{d\varphi} = o$ abzuleiten, entschloss ich mich, den empirischen Weg einzuschlagen. Für ein gegebenes β berechnete ich zahlreiche Werthe von α, die ich, in Seemeilen oder Bogenminuten ausgedrückt, nach den Argumenten φ_1 und φ geordnet, in Tabellen zusammenstellte. (S. die beigegebenen Tabellen) Die Horizontalreihen dieser Tabellen zeigen keine anderen Minima und Maxima, als die schon betrachteten, wofern $2\varphi_1 > \beta$. Im entgegengesetzten Falle aber tritt an der Stelle, wo $\varphi = -\varphi_1$, ein neues Minimum auf, was, in den Fällen *I* und *II*, nothwendig ein Maximum zwischen $\varphi = k$ und $\varphi = -\varphi_1$ zur Folge hat. Jenes Minimum betreffend, kann

leicht bewiesen werden, dass dasselbe nicht allgemein für $\varphi = -\varphi_1$ statthaben könne. Denn, wäre diess der Fall, so müsste $\frac{d\alpha}{d\varphi}$, wenn man in diesem Ausdrucke $\varphi = -\varphi_1$ setzt, für jeden Werth von φ_1 verschwinden, oder es müsste

$$\frac{\lambda^2}{4}\left(\frac{\varphi}{\cos\varphi} - \Phi\right) + \frac{\lambda}{2}\cdot\frac{\varphi\,\Phi\,\sin\varphi}{\cos\varphi\,\sqrt{1-2\sin\varphi^2}} - \Phi^3 = o,$$

wobei $\cos\frac{\lambda}{2} = \frac{\cos\frac{\beta}{2}}{\cos\varphi}$, eine identische Gleichung sein. Da aber diess nicht der Fall ist, obgleich obiger Ausdruck immer einen sehr kleinen Werth hat, auch dann, wenn man φ, Φ, λ in Bogenminuten angibt, wodurch sie grosse Zahlwerthe annehmen können, beweisen jene Tabellen nur, dass das in Rede stehende Minimum in der Nähe von $\varphi = \varphi_1$ liegen müsse.

Nachdem ich mich umsonst bemüht hatte, dieses Minimum durch Reihen analystisch nachzuweisen, gelang mir der Nachweis endlich dadurch, dass ich in die Gl. 2.) anstatt der geographischen Breiten φ und φ_1, deren Summe und Differenz einführte.

Setzt man $\varphi_1 + \varphi = s$, $\varphi - \varphi_1 = \delta$, so ist $\varphi = \frac{s+\delta}{2}$ und $\varphi_1 = \frac{s-\delta}{2}$, und ergeben sich nachstehende Gleichungen:

$$D = l\ tg.\left(45^0 + \frac{s+\delta}{4}\right) - l\ tg.\left(45^0 + \frac{s-\delta}{4}\right) \quad . \quad 7.)$$

$$\frac{dD}{ds} = \frac{1}{2\cos\frac{s+\delta}{2}} - \frac{1}{2\cos\frac{s-\delta}{2}} = \frac{2\sin\frac{s}{2}\sin\frac{\delta}{2}}{\cos\delta + \cos s} \quad 8.)$$

$$\left.\begin{aligned} \sin\frac{\lambda}{2} &= \sqrt{\frac{\cos\delta - \cos\beta}{\cos\delta + \cos s}} \\ \cos\frac{\lambda}{2} &= \sqrt{\frac{\cos s + \cos\beta}{\cos\delta + \cos s}} \\ tg.\frac{\lambda}{2} &= \sqrt{\frac{\cos\delta - \cos\beta}{\cos s + \cos\beta}} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9.)$$

$$\frac{d\lambda}{ds} = \frac{\sin s}{\cos\delta + \cos s}\sqrt{\frac{\cos\delta - \cos\beta}{\cos s + \cos\beta}} = \frac{\sin s\ tg.\frac{\lambda}{2}}{\cos\delta + \cos s} \quad 10.)$$

$$\frac{d\alpha}{ds} = \frac{\delta\lambda}{D\sqrt{\lambda^2 + D^2}}\left(\frac{d\lambda}{ds} - \frac{\lambda}{D}\frac{dD}{ds}\right) \quad . \quad . \quad 11.)$$

$$\frac{dD}{d\delta} = D' = \frac{2\cos\frac{s}{2}\cos\frac{\delta}{2}}{\cos\delta + \cos s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12.)$$

$$\frac{d^2D}{d\delta^2} = D'' = \frac{2\cos\frac{s}{2}\sin\frac{\delta}{2}\left(\sin\frac{s^2}{2} + \cos\frac{\delta^2}{2}\right)}{(\cos + \cos\delta)^2} \quad . \quad 13.)$$

$$\frac{d\lambda}{d\delta} = \lambda' = -\frac{\cot\frac{\lambda}{2}\sin\frac{\delta}{2}}{\cos\delta + \cos s}$$

$$\frac{d^2\lambda}{d\delta^2} = \lambda'' = -\frac{\cot\frac{\lambda}{2}}{\cos\delta + \cos}\left(1 + \cos s\cos\delta + \frac{\sin\delta^2}{2\sin\frac{\lambda^2}{2}}\right) 14.)$$

$$\frac{d\alpha}{d\delta} = \frac{D^3 + \delta D\lambda\lambda' + \lambda^2(D - \delta D')}{D^2\sqrt{\lambda^2 + D^2}} \quad . \quad . \quad . \quad 15.)$$

Da, wie leicht einzusehen, α unverändert bleibt, wenn s oder δ sein Zeichen ändert, können s und δ immer als positive, zwischen den Grenzen o und π enthaltene Grössen angesehen werden.

Für $s = o$, wird $\frac{dD}{ds} = o$ und $\frac{d\lambda}{ds}$, folglich auch $\frac{d\alpha}{ds} = o$.

Es lässt sich nun zeigen, dass $\frac{d\alpha}{ds}$ nur positiv sein kann.

Wie (aus 11.) ersichtlich, stimmt das Zeichen von $\frac{d\alpha}{ds}$ mit demjenigen des in der Klammer stehenden Ausdruckes überein, welcher jedoch stets positiv ist. Denn, mit Rücksicht auf 8.) und 10.) ist

$$\frac{d\lambda}{ds} - \frac{\lambda}{D}\frac{dD}{ds} = \frac{\sin stg\frac{\lambda}{2} - \frac{2\lambda}{D}\sin\frac{s}{2}\sin\frac{\delta}{2}}{\cos\delta + \cos s}$$

$$= \frac{2\sin\frac{s}{2}}{\cos\delta + \cos s}\left(\cos\frac{s}{2}tg\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{D}\sin\frac{\delta}{2}\right) \quad . \quad 16.)$$

und da $\sin\frac{s}{2}$ und $\cos\delta + \cos s = 2\cos\frac{s+\delta}{2}\cos\frac{s-\delta}{2}$

$= \cos\varphi \cos\varphi_1$ nur positiv sein können, hat $\frac{d\alpha}{d\delta}$ das Zeichen des in 16.) in der Klammer stehenden Factors oder des Ausdruckes $\cos\frac{s}{2} - \frac{\frac{\lambda}{2}}{tg\frac{\lambda}{2}} \cdot \frac{2\sin\frac{\delta}{2}}{D}$, welcher positiv ist, wenn $\cos\frac{s}{2} > \frac{2\sin\frac{\delta}{2}}{D}$. Dass Letzteres wirklich der Fall ist, kann auf folgende Art bewiesen werden:

Da D, für $\delta = o$, verschwindet, ist $D = \int_o^\delta D'\, d\delta$

$$= \int_o^\delta \frac{2\cos\frac{s}{2}\cos\frac{\delta}{2}}{\cos\delta + \cos s} > \int_o^\delta \frac{2\cos\frac{s}{2}\cos\frac{\delta}{2}\, d\delta}{1 + \cos s} =$$

$$= \frac{1}{\cos\frac{s}{2}} \int_o^\delta \cos\frac{\delta}{2}\, d\delta = \frac{2\sin\frac{\delta}{2}}{\cos\frac{s}{2}}$$

Es ist also $D > \frac{2\sin\frac{\delta}{2}}{\cos\frac{s}{2}}$ oder $\cos\frac{s}{2} > \frac{2\sin\frac{\delta}{2}}{D}$, w. z. B. w.

$\frac{d\alpha}{ds}$ ist also immer positiv, d. h. α wächst bei constanten δ, zugleich mit s, und erlangt, zugleich mit diesem, den kleinsten und grössten Werth. Das Minimum von α findet daher statt für $s = o$, das Maximum, für $s = \pi - \beta$. Dass s den Werth $\pi - \beta$ nicht überschreiten kann, ergibt sich aus der Gleichung $tg\frac{\lambda}{2} = \sqrt{\frac{\cos\delta - \cos\beta}{\cos s + \cos\beta}}$, welche zeigt, dass λ mit zunehmendem s fortwährend wächst, und, für $s = \pi - \beta$, seinen grössten Werth, d. i. π, annimmt.

Das Minimum für $s = o$ erklärt nun auch das in den Horizontalreihen der Tabellen, bei $\varphi = -\varphi_1$, auftretende Minimum. In diesen Tabellen entsprechen die der Geraden $\begin{matrix} a\ b \\ c\ d \end{matrix}$

parallelen Diagonalreihen einem constanten $\left\{\begin{matrix} d \\ s \end{matrix}\right.$, und liegen die Minima der mit $a\,b$ parallelen Diagonalreihen sämmtlich in der Diagonalreihe $c\,d$. Da nun diese Minima sämmtlich klein sind, und dem kleinstmöglichen Werthe, d. i. β, nahe kommen, so begreift man, dass auch die Horizontalreihen in der Nähe der zuletzt genannten Diagonalreihe im Allgemeinen ein Minimum zeigen werden.

Minder durchsichtig, als bei constantem δ, ist das Verhalten von α, bei constantem s, indem $\frac{d\alpha}{d\delta}$ sowohl positiv als negativ sein kann.

Für $\delta = o$, wird auch $\frac{d\alpha}{d\delta} = o$. Denn in diesem Falle ergibt sich aus den Gleichungen 12.)—15.):

$$\left.\begin{aligned} D' &= \frac{1}{\cos\frac{s}{2}} \\ D'' &= o \\ \lambda' &= o \\ \lambda'' &= -\frac{\cot\frac{\lambda}{2}}{2\cos\frac{s^2}{2}} \end{aligned}\right\} \quad 17.) \qquad \left.\begin{aligned} \frac{\delta}{D} &= \frac{1}{D'} = \cos\frac{s}{2} \\ \frac{\lambda'}{D} &= -\frac{\cot\frac{\lambda}{2}}{2\cos\frac{s}{2}} \\ \frac{D''}{D} &= \frac{1+\sin\frac{s^2}{2}}{4\cos\frac{s^2}{2}} \end{aligned}\right\} \quad 18.)$$

$$\frac{d\alpha}{d\delta} = \frac{D^3 + \delta D\lambda\lambda' + \lambda^2(D - \delta D')}{\lambda D^2}$$

$$= \frac{D}{\lambda} + \frac{\delta\lambda'}{D} + \frac{\lambda(D - \delta D')}{D^2}$$

Die beiden ersten Glieder verschwinden, und wegen $\frac{D - \delta D'}{D^2} = -\frac{\delta D''}{2DD'}$, verschwindet auch das dritte.

Bei constantem s, wird daher α, für $\delta = o$, entweder ein Minimum oder ein Maximum. Ob das Eine oder das Andere der Fall ist, hängt von den Werthen s und β ab, und kann die hierüber entscheidende Relation auf folgende Art gefunden werden:

Offenbar findet hier ein Minimum oder ein Maximum statt, je nachdem $\frac{d^2\alpha}{d\delta^2}$ positiv oder negativ ausfällt. Wenn man die

Gleichung 15.) nach δ differentiirt, erhält man eine Reihe von Brüchen, welche man auf den gemeinschaftlichen Nenner $D^3\ (\lambda^2 + D^2)^{\frac{3}{2}}$ bringen kann, worauf dieselben, indem man $\delta = o$ setzt, sämmtlich die Form $\frac{o}{o}$ annehmen, da sowohl der gemeinschaftliche Nenner, als sämmtliche Zähler verschwinden. Betrachtet man δ als eine kleine Grösse erster Ordnung, so erweisen sich auch D, λ', D'' als kleine Grössen erster Ordnung. Bei der Bestimmung des Werthes der unter der Form $\frac{o}{o}$ erscheinenden Brüche, können nun alle Zählerglieder, deren Ordnungszahl bezüglich der Grössen δ, D, λ', D'', die Ordnungszahl des Nenners — d. i. 3 — überschreitet, weggelassen werden. worauf nach gehöriger Reduction nur folgende Zählerglieder übrig bleiben:

$$2\lambda^4 D'\ (\delta D' - D) - \lambda^4 \delta D D'' + \lambda^3 D\ (2 D\lambda' - 2\delta D'\lambda' + \\ + 3\delta D\lambda'') + \lambda^2 D^2 D'\ (3\delta D' - 2 D).$$

Für $\delta = o$, wird der Nenner gleich $\lambda^3 D^3$, und hat man

$$\frac{d^2\alpha}{d^2} = \frac{2\lambda D'\ (\delta D' - D)}{D^3} - \frac{\lambda\delta D''}{D^2} + \frac{2\lambda'}{D} \\ - 2D'.\frac{\delta\lambda'}{D^2} + \lambda''.\frac{\delta}{D} + \frac{D'}{\lambda}(3D'.\frac{\delta}{D} - 2).$$

Berücksichtigt man, dass $\frac{\delta D' - D}{D^3} = \frac{\delta D''}{3 D' D^2}$,

so erhält man mit Hilfe der Gleichung 18.):

$$\frac{d^2\alpha}{d\delta^2} = \frac{12 - 6\lambda\ cot\ \frac{\lambda}{2} - \lambda^2\ (1 + sin\ \frac{s^2}{2})}{12\lambda\ cos\ \frac{s}{2}}. \qquad 19.)$$

wo $sin\ \frac{\lambda}{2} = \frac{sin\ \frac{\beta}{2}}{cos\ \frac{s}{2}}$.

Es findet also ein Minimum oder Maximum statt, je nachdem der Zähler des Bruches 19.) positiv oder negativ ist.

Man folgert hieraus, dass für kleine β und s, weil dann $cos\ \frac{\lambda}{2}$ sehr gross, der Fall des Maximums, dass hingegen, wenn β wenig von π verschieden ist, jener des Minimums eintritt.

Wie oben gezeigt wurde, fällt bei constantem δ, das Maximum von α mit $s = \pi - \beta$ und $\lambda = \pi$ zusammen, und da dies für jeden Werth δ gilt, so sind sämmtliche Maxima in der Formel

$$A = \frac{\delta}{D}\sqrt{\pi^2 - D^2}, \text{ wo } D = l\frac{1+\cos\frac{\beta-\delta}{2}}{\sin\frac{\beta-\delta}{2}} - l\frac{1+\cos\frac{\beta+\delta}{2}}{\sin\frac{\beta+\delta}{2}}$$

begriffen, unter welchen sich auch der grösste Werth, welchen α überhaupt erreichen kann, befindet. Es lässt sich nun leicht beweisen, dass dieser grösstmögliche Werth nur dann für $\delta = o$ stattfinden könne, wenn $\beta > 124^0\ 37'\ 9''$.

Denn, setzt man in 19.) $\lambda = \pi$, so hat man

$$\frac{d^2A}{d\delta^2} = -\frac{12 - \pi^2\left(1 + \cos\frac{\beta^2}{2}\right)}{12\pi\sin\frac{\beta}{2}}.$$

An der Grenze, wo das Maximum mit dem Minimum wechselt, ist daher $12 - \pi^2\left(1 + \cos\frac{\beta^2}{2}\right) = o$, oder

$\cos\frac{\beta}{2} = \frac{\sqrt{12-\pi^2}}{\pi}$, woraus $\frac{\beta}{2} = 62^0 18.' 9'', \beta = 124^0 37' 8''$.

Uebersteigt β diesen Grenzwerth, so wird A ein Minimum und liegt der grösstmöglichste Werth A zwischen $\delta = o$ und $\delta = \beta$. Hieher gehört auch der Fall $\beta = \pi$, wo s constant gleich o ist und das Maximum für $\delta = 164^0\ 4'.5$, d. i. für $\varphi = -\varphi_1 = 82^0\ 2'.2$ stattfindet.

$\alpha = 40° = 2400'$

φ_1	φ													
	+90°	+80°	+70°	+60°	+50°	+40°	+30°	+20°	+10°	0°	−10°	−20°	−30°	−40°
+90°	—	—	—	—	2400									
80	—	—	—	3575	2582	2400								
70	—	—	3694	2724	2550	2458	2400							
60	—	3575	2724	2584	2496	2463	2426	2400						
50	2400	2582	2550	2496	2480	2453	2429	2412	2400					
40	—	2400	2458	2463	2453	2443	2422	2413	2405	2400				
30	—	—	2400	2426	2429	2422	2417	2412	2406	2402	2400			
20	—	—	—	2400	2412	2413	2412	2407	2404	2402	2401	2400		
10	—	—	—	—	2400	2405	2406	2404	2402	2400	2400	2401	2400	
0	—	—	—	—	—	2400	2402	2402	2400	2400	2400	2402	2402	2400

$\alpha = 90° = 5400'$

φ_1																			
	+90°	+80°	+70°	+60°	+50°	+40°	+30°	+20°	+10°	0°	−10°	−20°	−30°	−40°	−50°	−60°	−70°	−80°	−90°
+90°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5400									
80	—	—	—	—	—	—	—	—	7223	5711	5400								
70	—	—	—	—	—	—	—	7464	5993	5665	5495	5400							
60	—	—	—	—	—	—	7583	6119	5795	5605	5498	5436	5400						
50	—	—	—	—	—	7637	6177	5840	5658	5540	5475	5434	5411	5400					
40	—	—	—	—	7637	6193	5854	5679	5566	5495	5447	5421	5409	5404	5400				
30	—	—	—	7583	6177	5854	5688	5578	5503	5455	5424	5410	5407	5409	5411	5400			
20	—	—	7464	6119	5840	5679	5578	5505	5458	5423	5407	5404	5410	5421	5434	5436	5400		
10	—	7223	5993	5795	5658	5566	5503	5458	5423	5407	5402	5407	5424	5447	5475	5498	5495	5400	
0	5400	5711	5665	5605	5540	5495	5455	5423	5407	5400	5407	5423	5455	5495	5540	5605	5665	5711	5400

$\alpha = 120'' = 7200'$

φ_1 \ φ	+60°	+50°	+40°	+30°	+20°	+10°	0°	−10°	−20°	−30°	−40°	−50°	−60°	−70°	−80°	−90°
+90°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7200						
80	—	—	—	—	—	—	—	—	9031	7511	7200					
70	—	—	—	—	—	—	—	9237	7762	7438	7277	7200				
60	—	—	—	—	—	—	9312	7859	7523	7356	7269	7260	7200			
50	—	—	—	—	—	9342	7780	7557	7409	7290	7244	7230	7260	7200		
40	—	—	—	—	9348	7915	7569	7387	7288	7236	7230	7244	7269	7277	7200	
30	—	—	—	9353	7926	7575	7389	7284	7263	7222	7236	7290	7356	7438	7511	7200
20	—	—	9348	7926	7573	7385	7279	7225	7210	7263	7288	7409	7523	7762	9031	
10	—	9342	7915	7575	7385	7276	7220	7203	7225	7284	7387	7557	7859	9237		
0	9312	7780	7569	7389	7279	7220	7200	7220	7279	7389	7569	7780	9312			

a

c

b d

108

$\alpha = 150^\circ = 9000'$

φ_1 \ φ	+30°	+20°	+10°	0°	−10°	−20°	−30°	−40°	−50°	−60°	−70°	−80°	−90°
+90°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9000			
80	—	—	—	—	—	—	—	—	10555	9243	9000		
70	—	—	—	—	—	—	—	10604	9393	9163	9080	9000	
60	—	—	—	—	—	—	10575	9396	9185	9132	9163	9242	9000
50	—	—	—	—	—	10526	9385	9165	9118	9185	9393	10555	
40	—	—	—	—	10480	9355	9134	9085	9165	9396	10600		
30	—	—	—	10446	9334	9103	9054	9134	9385	10575			
20	—	—	10436	9317	9087	9038	9103	9355	10526				
10	—	10436	9308	9070	9005	9087	9334	10480					
0	10446	9317	9030	9000	9070	9317	10446						

a

c

b d

Die Errichtung von Stationen

zur

Messung des Regenfalles in Steiermark.

Von Professor Dr. **Gustav Wilhelm** in Graz.

Die hohe Bedeutung, welche die regelmässige Messung der atmosphärischen Niederschläge für die Land- und Forstwirthschaft wie für die Hydrographie eines Landes hat, ist die Veranlassung, dass nicht nur in mehreren Ländern des Auslandes, insbesondere in England, sondern auch in einzelnen Provinzen Oesterreichs neben den meteorologischen Beobachtungsstationen besondere Stationen für Messung des Regenfalles errichtet wurden. Auch unser naturwissenschaftlicher Verein, welcher die Durchforschung des Landes zu seinen wichtigsten Aufgaben zählt, hat die regelmässige Beobachtung und Messung der Niederschläge an einer möglichst grossen und entsprechend vertheilten Anzahl von Beobachtungs-Stationen in das Gebiet seines Wirkens gezogen und sich zunächst an das hohe k. k. Ackerbauministerium mit der Bitte um Unterstützung seiner diesbezüglichen Bestrebungen gewendet. Dieses Ansuchen, welches zufällig wenige Tage vor den so verheerenden Mai-Ueberschwemmungen des Jahres 1874 abgesendet wurde, blieb nicht ohne den gewünschten Erfolg; dem Vereine wurde als Beitrag zur Errichtung solcher Beobachtungsstationen eine Subvention von 300 fl. bewilligt und derselbe dadurch in den Stand gesetzt, weitere Schritte zur Durchführung seines Vorhabens zu thun.

Der Verein ersuchte hierauf den hohen steiermärkischen Landes-Ausschuss, an den Landeslehranstalten und in dem land-

schaftlichen Curorte Sauerbrunn Regenmessungs-Stationen zu errichten, er wendete sich an die Forstdirection der Actiengesellschaft der priv. Innerberger Gewerkschaft mit der Bitte, auf gewerkschaftliche Kosten in Eisenerz und Wildalpen solche Stationen in's Leben zu rufen, er gewann die werthvolle Unterstützung der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus für seine Zwecke, und bemühte sich in allen Theilen des Landes opferwillige Persönlichkeiten aufzufinden, welche die Beobachtungen auszuführen in der Lage und bereit wären. Auch die Beobachter an den schon bestehenden meteorologischen Stationen wurden ersucht, die von ihnen gemessenen Niederschlagsmengen dem Vereine regelmässig mitzutheilen.

Es gereicht mir zur besonderen Genugthuung, berichten zu können, dass diese Schritte an allen Orten günstige Aufnahme fanden. Der hohe Landes-Ausschuss genehmigte die Anschaffung von Regenmessern für die Landesbürgerschulen in Fürstenfeld, Hartberg, Radkersburg und Voitsberg; die Forstdirection der Innerberger Gewerkschaft erklärte sich in zuvorkommenster Weise bereit, nicht nur an den vom Vereine gewünschten Orten Eisenerz und Wildalpen, sondern auch in Donnersbach und St. Gallen Stationen zu errichten; die Gutsdirection der dem Herrn Herzog Adinolf Leopold della Grazia gehörigen Herrschaft Brunnsee errichtete in Brunnsee eine Station; die Herren Beobachter der bestehenden meteorologischen Beobachtungsstationen zeigten sich gerne zur Förderung der Vereinszwecke bereit und fast alle Herren, an die wir die Bitte um Uebernahme einer Station richteten, gaben in sehr anerkennenswerther Weise ihre zustimmende Zusage ab.

Dadurch wurde es ermöglicht, dass mit Anfang dieses Jahres gegen 40 Stationen für Regenmessung in Thätigkeit sind.

Diese Stationen sind:

I. Bereits bestehende meteorologische Beobachtungs-Stationen:

	Ort	Seehöhe in Meter	Beobachter
1.	Admont	659	Hr. P. *Joh. Salmhofer.*
2.	Alt-Aussee . . .	944	*k. k. Bergverwaltung.*
3.	Aussee (Markt)	655	*k. k. Salinen-Physikat.*

4.	Aussee (Sanatorium)		Hr. Lehrer *V. Konschegg.*
5.	Bruck a. d. M.	490	„ Med. Dr. *Schmid.*
6.	Cilli	234	„ Prof. *A. Deschmann.*
7.	Graz	344	„ *Andreas Rospini.*
8.	Judenburg . .	726	*Landes-Bürgerschule.*
9.	St. Lambrecht	1036	Hr. P. *Gallus Moser.*
10.	Marburg . . .	269	*Landes-Obst- und Weinbauschule.*
11.	Neuhaus bei Cilli	357	Hr. *Paul Weszther.*
12.	Pernegg a. M.	484	„ Forstmeister *Hess.*
13.	Pettau	211	„ Apotheker *E. Reithammer.*
14.	Radegund. . .	733	„ Med. Dr. *Nowy.*
15.	Sillweg	724	„ Bergverwalter *F. Berger.*
16.	Tüffer	224	„ Bezirksrichter *J. Castellitz.*
17.	Turrach . . .	1264	„ Hüttenverwalter *K. Petsch.*

II. Vom hohen steiermärkischen Landes-Ausschusse errichtete Stationen für Regenmessung:

18.	Fürstenfeld. .	228	*Landes-Bürgerschule.*
19.	Hartberg . .	?	desgl.
20.	Radkersburg	222	desgl.
21.	Sauerbrunn .	180	*Landsch. Curdirection.*
22.	Voitsberg . .	389	*Landes-Bürgerschule.*

III. Von der Innerberger Forstdirection errichtete Stationen für Regenmessung:

23.	Donnersbach . .	964	Hr. Forstmeister *Alois Zill.*
24.	Eisenerz	695	„ Cassier *Josef Kutschera.*
25.	St. Gallen . . .	486	„ Forstmeister *Anton Hoffmann.*
26.	Wildalpen . . .	543	„ Forstmeister *Gustav Henschel.*

IV. Von der Gutsdirection Brunnsee errichtete Station:

27.	Brunnsee	247	Hr. Gutsdirector *Alois Werk.*

V. Vom Vereine mit Regenmessern versehene Stationen:

28.	Gleisdorf . . .	370 (?)	Hr. Apotheker *Richard Mayr.*
29.	Gonobitz	307	„ Apotheker *Karl St. Fleischer.*
30.	Murau	830	„ Bezirksarzt Med. Dr. *E. Kleinsasser.*
31.	Neuhof bei Uebelbach	716	„ Förster *K. Wallner.*
32.	Ramsau	1086	„ Pfarrer *J. E. F. Dietz.*
33.	Riez	320	„ Lehrer *Felix Pirc.*
34.	Schladming . . .	746	„ Oberlehrer *J. Bruckner.*

35. Spital am Semmering 790 Hr. Oberlehrer *W. Hödl.*
36. Stainz . . . . . ? „ Oberlehrer *Franz Forster.*
37. Windischgraz . . 348 „ Oberlehrer *Josef Barle.*

In Graz besteht ausserdem seit Juni 1872 auch eine von dem Berichterstatter geleitete Beobachtungsstation für Regenmessung im Joanneumsgarten, mit einem Regenmesser, dessen Auffangfläche 1 Meter über dem Boden steht. Die Ergebnisse der in den Jahren 1873 bis 1876 dort gemachten Messungen sind im Anhange II. dieses Berichtes zusammengestellt.

Nach der Höhenlage vertheilen sich diese Stationen folgendermassen:

Ueber 1000 Meter: Turrach, Ramsau, St. Lambrecht;

zwischen 1000 und 900 Meter: Donnersbach, Alt-Aussee;

zwischen 900 und 800 Meter: Murau;

zwischen 800 und 700 Meter: Spital am Semmering, Schladming, Radegund, Judenburg, Sillweg Neuhof;

zwischen 700 und 600 Meter: Eisenerz, Admont, Aussee (Markt und Sanatorium);

zwischen 600 und 500 Meter: Wildalpen;

zwischen 500 und 400 Meter: Bruck, St. Gallen, Pernegg;

zwischen 400 und 300 Meter: Voitsberg, Gleisdorf, Neuhaus, Windischgraz, Graz, Riez, Stainz, Gonobitz;

zwischen 300 und 200 Meter: Marburg, Brunnsee, Cilli, Fürstenfeld, Tüffer, Radkersburg, Pettau;

unter 200 Meter: Sauerbrunn, Rann.

Nach den Hauptthalgebieten des Landes ergibt sich folgende Zusammenstellung der Stationen:

a) Gebiet des Traunthales: Alt-Aussee, Markt Aussee, Sanatorium Aussee;

b) Gebiet des Ennsthales: Ramsau, Schladming, Donnersbach, Admont, Eisenerz, St. Gallen, Wildalpen;

c) Gebiet des Murthales: Turrach, Murau, St. Lambrecht, Judenburg, Sillweg, Spital am Semmering, Bruck, Pernegg, Neuhof, Graz, Voitsberg, Stainz, Brunnsee, Radkersburg;

d) Gebiet des Raabthales: Radegund, Gleisdorf, Hartberg, Fürstenfeld;

e) Gebiet des Drauthales: Windischgraz, Marburg, Pettau, Gonobitz;

f) Gebiet des Savethales: Riez, Neuhaus, Cilli, Tüffer, Sauerbrunn.

Das Netz dieser Stationen zeigt noch manche Lücken, deren Ausfüllung sich der Verein zur nächsten Aufgabe gemacht hat.

Die neu errichteten Beobachtungsstationen wurden mit Regenmessern von der gegenwärtig Seitens der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus verbreiteten, von Herrn Professor F. Osnaghi angegebenen Form versehen. Die Beschreibung dieser Regenmesser, sowie die Bestimmung über die Durchführung der Messungen sind aus nachstehender Instruction für die Vornahme der Regenmessungen (Anhang I) zu entnehmen.[1]) Zur Aufstellung und Verwahrung der Instrumente wurden einfache Holzkästen angefertigt. Die Kosten eines Regenmessers sammt diesem Kasten belaufen sich auf ungefähr 14 fl.

Die Ergebnisse der Beobachtungen werden in den Mittheilungen unseres Vereines veröffentlicht werden.

[1]) Von mancher Seite wurde die Befürchtung ausgesprochen, dass die Auffangfläche dieser Regenmesser ($\frac{1}{20}$ Quadratmeter) zu klein sei. Die in England durch acht Jahre fortgesetzten Versuche haben aber den Beweis geliefert, dass die Angaben verschiedener Regenmesser keinen wesentlichen Unterschied zeigten, sobald die Auffangfläche einen Durchmesser über 3 Zoll besass. Bei unseren Regenmessern ist der Durchmesser 252·3 Millimeter, also mehr als 9½ Wiener Zoll.

Anhang I.

Instruction

für die

Vornahme der Regenmessungen

an den **Regenfall-Beobachtungs-Stationen** des **naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark.**

I. Beschreibung des Regenmessers.

Der Regenmesser besteht aus einem Auffanggefässe mit dem Sammelgefässe und einer Messröhre.

Das Auffanggefäss besitzt eine kreisförmige Auffangfläche, welche die Grösse von 0.05 □Meter hat. Der cylindrische Theil des Auffanggefässes ist 9.0 Cm. hoch und etwas unterhalb des oberen Randes durch einen eingelötheten Draht versteift. An den cylindrischen Theil setzt sich ein trichterförmiger an, der in eine enge Röhre mündet, an welcher das Sammelgefäss befestigt ist.

Das Sammelgefäss ist eine Blechflasche, welche eine Regenmenge von 160 Millimeter fassen kann und in eine Messingröhre endigt, die mittelst eines Bleigewichtes, welches auf den Hahn wirkt, so lange geschlossen bleibt, bis der Beobachter behufs Messung der Regenmenge durch Heben des Bleigewichtes den Hebel und mit ihm den Ausflusshahn dreht, um das Regenwasser in die Messröhre abzulassen.

Die Messröhre ist eine in gleiche Volumtheile eingetheilte Glasröhre. Die Zahlen der Theilung entsprechen der Höhe, in welcher der gefallene Regen oder der geschmolzene Schnee die Erde bedecken würde, wenn sich derselbe auf einer horizontalen für das Wasser undurchdringlichen Ebene, z. B. auf einer horizontalen blechernen Tasse, sammeln könnte. Da der Durchmesser der Messröhre ein weit kleinerer ist, als der Durchmesser des

Auffanggefässes, so wird die Wasserhöhe in der ersteren in dem Masse höher sein, als der Querschnitt der Auffangfläche den Querschnitt der Messröhre übertrifft. Die Eintheilung der Messröhre ist derart, dass jeder Theilstrich 0.1 Millimeter Regenhöhe entspricht und die Hälfte dieser Höhe, also 0.05 Millimeter noch geschätzt werden kann. Die den ganzen Millimetern entsprechenden Theilstriche sind durch Beisetzung der entsprechenden Zahlen 1 bis 10 oder 11 bezeichnet.

Dem Regenmesser ist ein hölzerner Kasten beigegeben, in welchen derselbe so eingeschlossen wird, dass die Auffangfläche vollständig frei bleibt.

II. Aufstellung des Regenmessers.

Der Regenmesser muss an einem Orte aufgestellt werden, an welchem der Niederschlag von allen Seiten freien Zutritt hat und weder Bäume noch Häuser den Regen abhalten oder eine Aenderung der Luftströmung zu bewirken vermögen. Der Aufstellungsort soll Winden nicht zu sehr ausgesetzt und vor dem Zusammenwehen des Schnees gesichert sein. Am besten ist es, den Regenmesser auf einer baumfreien Stelle eines Gartens oder in der Mitte eines grösseren Hofes aufzustellen. Um den Regenmesser vor Beschädigungen zu bewahren, soll man einen nicht allgemein zugänglichen Platz zur Aufstellung desselben wählen; im Falle man aber genöthigt ist, wegen Mangel einer geeigneten abgeschlossenen Localität den Regenmesser im Freien aufzustellen, so empfiehlt es sich, ringsherum eine einfache Einzäunung herzustellen.

Die obere Kante des Auffanggefässes soll sich genau 1 Meter über dem Boden befinden und die Oberfläche des Auffanggefässes genau horizontal gestellt sein.

Der Kasten wird derart in den Boden versenkt, dass jeder Fuss desselben in einem einfach aus vier Brettstücken hergestellten senkrechten Schlauch eingesetzt wird. Durch den Oelfarbenanstrich wird die längere Dauer des Kastens gesichert.

Die Messröhre kann während des Sommers im Kasten verwahrt werden; im Winter thut man besser, sie im Zimmer aufzubewahren.

III. Messung der Niederschläge.

Die Menge der Niederschläge wird in der Regel einmal des Tages gemessen und empfiehlt sich hiezu eine Morgenstunde, etwa 7 oder 8 Uhr zu wählen, wobei der in der Nacht gefallene Niederschlag demjenigen des Vortages beigezählt wird.

Die Messung wird derart vorgenommen, dass der Hahn des Sammelgefässes geöffnet und das in demselben enthaltene Wasser in die Messröhre abgelassen wird. Ist mehr Wasser im Sammelgefäss, als die Messröhre auf einmal zu fassen vermag, so wird dieselbe genau bis zum obersten Theilstrich gefüllt, dann sofort der Hahn geschlossen, die Röhre entleert, der Hahn wieder geöffnet und das übrige Wasser abgelassen und so fortgefahren, bis das Sammelgefäss gänzlich entleert ist. Man muss sich selbstverständlich genau merken oder aufzeichnen, wie oft die Messröhre gefüllt und wie viel Wasser nach der letzten Füllung noch abgelassen wurde, um die ganze Regenmenge zu erhalten.

Das Wasser benetzt die innere Wand der gläsernen Messröhre und steht deshalb am Rande höher als in der Mitte. Bei dem Ablesen hat man deshalb nicht die Höhe des Randes, sondern vielmehr diejenige des tiefsten Punktes der Oberfläche der Flüssigkeit anzugeben.

Bei dem Beginne des Regens und bei dem Ablassen aus dem Sammelgefässe in die Messröhre geht – insbesondere bei schwachem kurzdauerndem Regen und nach längerer regenloser Zeit — eine gewisse Menge Wasser durch Benetzung der Wände verloren. Um die Regenmenge nicht zu klein zu erhalten, muss man den Betrag dieses Verlustes ermitteln und als Correction zu der wirklich gemessenen Menge addiren. Die Ermittlung geschieht in der Art, dass man die Messröhre bis zu einem bestimmten Theilstriche, z. B. bis 4.0 Millimeter füllt, dann das Wasser unter möglichst vollständiger Benetzung der Wände des Auffanggefässes in dasselbe entleert, die Messröhre gut austrocknet und das Wasser aus dem Sammelgefässe wieder in die Messröhre ablässt. Würde das Wasser nunmehr nur bis zu 3.8 Millimeter reichen, so wären durch Benetzung der Wände 0.2 Millimeter verloren gegangen und man hätte also bei diesem Instrumente zu jeder Menge, die man gemessen hat, wenn der Regenmesser zu Anfang

des Regens trocken war, 0.2 Millimeter hinzuzufügen. Waren aber Regenmesser und Sammelgefäss bei Eintritt des Regens noch vom letztgemessenen Niederschlage benetzt, so wird diese Correction weggelassen.

In Gebirgsgegenden ist der Thauniederschlag oft so reichlich, dass sich eine messbare Menge Wasser im Regenmesser ansammelt, welche nicht übersehen werden darf. Nach thauigen Nächten soll daher die Messung nicht unterlassen werden.

Ebenso muss auch nach Nebel das von demselben gelieferte Wasser gemessen werden.

Nach jeder Messung muss der Hahn des Sammelgefässes wieder in Ordnung gebracht, d. i. geschlossen werden.

Bei Schneefall muss der Schnee mittelst eines Blechlöffels aus dem Auffanggefässe herausgenommen, an einem warmen Orte geschmolzen und sodann die Wassermenge gemessen werden. Ist Schnee in das Sammelgefäss gelangt, oder befindet sich in demselben gefrornes Regen- oder Schneeschmelzwasser, so bringt man den ganzen Regenmesser an einen wärmeren Ort und misst das Wasser nach dem Aufthauen.

Um bei einem während der Entfernung des Regenmessers etwa eintretenden Niederschlage keine Verluste zu erleiden, ist mittlerweile ein Gefäss, welches genau die gleiche Oberfläche von 0.5 □M. hat, an Stelle des Regenmessers zu setzen und der in demselben etwa gesammelte Niederschlag später in den Regenmesser zu entleeren.

Wenn sich der Schnee bei starken Schneefällen über den Rand des Auffanggefässes aufgethürmt hat, so muss man mit möglichster Vorsicht den rings um den Rand befindlichen Schnee mit dem Löffel entfernen und einen Schneecylinder vom Durchmesser des Auffanggefässes bloslegen, welcher in das zum Schmelzen des Schnees bestimmte Gefäss gebracht wird. Um eine solche Ansammlung des Schnees zu verhindern, wird es sich empfehlen, während der Dauer starker Schneefälle wiederholt zu messen.

Ebenso wird es sich empfehlen, die Messung nicht bis zum gewöhnlichen Zeitpunkt aufzuschieben, wenn zu befürchten ist, dass der Schnee durch den Wind aus dem Regenmesser geblasen wird, oder bei sehr heftigen Gewitterregen, bei denen es, wenn

auch in sehr seltenen Fällen, vorkommen könnte, dass das Sammelgefäss nicht im Stande ist, die ganze Niederschlagsmenge aufzunehmen.

IV. Eintrag in die Tabellen und Einsendung derselben.

Jeder Beobachter erhält für jedes Jahr 12 Stück Monatstabellen sammt hiezu gehörigen Couverts, welche zum Eintrage der gemessenen Niederschlagsmengen bestimmt sind. Diese Einträge sollen mit der grössten Genauigkeit und sogleich nach der Messung vorgenommen werden; sind an einem Tage mehrere Messungen gemacht worden, so wird nur die Summe derselben eingetragen.

Die Natur des Niederschlages wird durch den Zusatz der Zeichen

für Regen,
* für Schnee,
△ für Hagel,
● für Nebel,
⊤ für Thau

bezeichnet.

Wenn an einem Tage Regen und Schnee gefallen sind, so ist annähernd zu schätzen, wieviel von der Gesammtmenge der Niederschläge auf den Regen, wie viel auf den Schnee entfällt, und dies in der Anmerkungsspalte beizufügen (z. B. $^2/_5$ Regen, $^3/_5$ Schnee).

Gewitter mit Blitz und Donner sind stets zu verzeichnen, sobald dieselben über dem Beobachtungsort gestanden sind, auch wenn dabei kein Niederschlag erfolgt ist. Das Zeichen für Gewitter ist ↕, Wetterleuchten wird mit ↑ bezeichnet.

Es ist sehr erwünscht, wenn die Anmerkungsspalten zu weiteren Angaben über den Charakter der Niederschläge, namentlich den Beginn und die Dauer derselben, der Himmelsrichtung, aus welcher die Gewitter kamen u. dgl., und zur Aufzeichnung meteorologisch interessanter Daten (z. B. über das Zufrieren und Aufthauen des Bodens und der Gewässer, die Dauer der Schneedecke auf freiem Felde etc.) benützt wird.

Die Einsendung der Monatstabellen soll regelmässig bis längstens den 10. des Nachmonates an das Präsidium des naturwissenschaftlichen Vereines erfolgen. Das Porto für die Zusendung wird vom Vereine getragen.

Die vom Vereine aufgestellten Instrumente bleiben Eigenthum des naturwissenschaftlichen Vereines. Die Herren Beobachter werden ersucht, dieselben vorsichtig zu benützen und in gutem Stande zu erhalten und jedes etwa sich ergebende Gebrechen umgehend dem Vereine anzuzeigen. Ebenso werden dieselben gebeten, im Falle vorübergehender oder dauernder Verhinderung an der Fortführung der Beobachtungen dies ohne Verzug mitzutheilen, um erforderlichen Falls die nöthigen Massnahmen wegen Fortsetzung der Beobachtungen an demselben oder an einem anderen nahegelegenen Orte treffen zu können.

Der Verein behält sich vor, die Stationen durch Delegirte zu besichtigen, um die Ueberzeugung von der entsprechenden Aufstellung des Instrumentes und der regelmässigen Beobachtung zu gewinnen. Ebenso muss sich der Verein vorbehalten, in besonderen Fällen (z. B. wenn an demselben Orte oder in dessen Nähe eine mit der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Verbindung stehende Station gegründet wird), die errichteten Stationen wieder aufzulassen und die Regenmesser an andere Orte zu übertragen.

Anhang II.

REGEN-MESSUNGEN

im botanischen Garten des Joanneums

IN GRAZ

in den Jahren 1873 bis 1876

ausgeführt von

Professor Dr. Gustav Wilhelm.

I. Monatliche und jährliche Summe der Niederschläge.

Monat:	1873.	1874.	1875.	1876.	Mittel.
			Millimeter.		
Jänner . .	24·45	34·97	1·50	31·00	22.98
Februar . .	99·25	31·11	34·50	67·00	57·96
März . . .	26·55	16·40	20·70	123·00	46·66
April . . .	102·85	74·51	52·35	84·55	78·57
Mai . . .	115·95	128·89	127·55	143·95	129·08
Juni . . .	128·50	303·29	211·10	185·30	207·05
Juli . . .	105·35	180·85	194·10	188·55	167·21
August . .	143·00	168·30	235·30	162·85	177·36
September .	199·48	42·58	66·50	196·55	126·28
October . .	89·25	94·80	218·55	78.80	120·35
November . .	57·56	47·20	65·40	56·40	56·64
December . .	2·00	159·50	42·40	137·70	85.40
Jahressumme:	1094·19	1282·40	1269·95	1455·65	1275.54

II. Vertheilung der Niederschläge auf die Jahreszeiten.

A. Nach den Kalenderjahren

α) in Millimeter.

Frühling . .	245·35	219·80	200·60	351·50	254·31
Sommer . .	376·85	652·44	640·50	536·70	551·62
Herbst . .	346·29	184·58	350·45	331·75	303·27
Winter . .	125·70	225·58	78·40	235.76	166·34
Jahr . . .	1094·19	1282·40	1269·95	1455.65	1275.54

β) in Procenten.

Frühling . .	22·42	17·14	15·80	24·15	19·94
Sommer . .	34·44	50·88	50·43	36·87	43·25
Herbst . .	31.65	14·39	27·60	22·79	23·77
Winter . .	11·49	17·59	6·17	16·19	14·04
Jahr . . .	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00

B. Nach meteorologischen Jahren

(1. December bis 30. November[1])

α) in Millimeter.

Winter . .	204·55	68·08	195·40	140·40	152·14
Frühling . .	245·35	219·80	200·60	351·50	254·31
Sommer . .	376·85	652·44	640·50	536·70	551·62
Herbst . .	346·29	184·58	350·45	331·75	303·27
Jahressumme	1173·04	1124·90	1387·05	1360·35	1261·34

β) in Procenten.

Winter . .	17·44	6·05	14·09	10·32	12·06
Frühling . .	20·92	19·54	14·46	25·84	20·16
Sommer . .	32·12	58·00	46·18	39·45	43·73
Herbst . .	29·52	16·41	25·27	24·39	24·05
Jahr . . .	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00

III. Schneemengen.

a) Monatliche und jährliche Summen des Schnees.[2])

Millimeter.

Jänner . . .	20·00	12·05	—	31·00	15·76
Februar . .	75·00	13·80	34·50	65·00	47·08
März . . .	—	10·15	17·00	47·00	18·54
April . . .	17·20	2·00	0·05	9·20	7·11
Mai . . .	—	0·05	—	—	0·01
November .	—	46·35	36·16	35·65	29·54
December .	—	150·00	40·40	10·12	50·13
Jahressumme	112·20	234·40	128·11	197·97	168·17
Procente der gesammten Niederschläge	10·26%	16·28%	10·09%	13.60%	13·18%

b) Schneemengen nach aufeinander folgenden Jahreszeiten[3])

α) in Millimeter.

	1872/73	1873/74	1874/75	1875/76	Mittel
Herbst . .	21·40	—	46·35	36 16	25·98
Winter . .	102·00	25·85	184·50	136·40	112·19
Frühling . .	17·20	12·20	17·05	56·20	25.66
Zusammen . .	140·60	38·05	247·90	228·76	163·83

[1]) Der zum meteorologischen Jahre 1873 gehörige December 1872 brachte 80·85 Mm. Niederschläge mit 7·0 Mm. Schnee.

[2]) Die Monate Juni bis Oct. waren in den 4 Jahren vollständig schneefrei.

[3]) Der Herbst 1872 hatte eine Niederschlagssumme von 233·10 Mm. (September 58·75, October 71·95, November 102·40 Mm.), wovon 21·4 Mm. Schnee (im November).

β) in Procenten der gesammten Niederschläge der betreffenden Jahreszeiten.

Herbst . . .	9·18	—	25·11	10·32	9·32
Winter . . .	49·86	37·97	94·37	97·15	73·74
Frühling . .	7·01	5·55	8·50	15·99	10·09

γ) erster und letzter Schnee.

Erster Schnee	11. Nov.	5. Jänner	11. Nov.	2. Nov.
Letzter Schnee	27. April	18. Mai	14. April	14. April

IV. Zahl der Tage mit Niederschlägen.

a) Monats- und Jahressummen.

	1873	1874	1875	1876	Durchschnitt	Durchschnittliche Niederschlagshöhe eines Tages
Jänner .	9	6	2	11	7·00	3.28 Mm.
Februar .	11	11	11	9	10·50	5·52 „
März . .	14	3	14	14	11·25	4·14 „
April . .	17	14	8	13	13·00	6·04 „
Mai . .	18	17	19	18	18·00	7·17 „
Juni . .	16	23	20	22	20·25	10·22 „
Juli . .	14	16	17	16	15·75	10·62 „
August .	13	21	12	16	15·50	11·44 „
September	14	8	14	15	12·75	9·90 „
October .	16	5	18	12	12·75	9·44 „
November	7	13	18	18	14·00	4·05 „
December	1	16	8	11	9.00	9.38 „
Jahr . .	150	153	161	175	159·75	7·99 „

b) Zahl der Regentage nach den Jahreszeiten

α) nach Kalenderjahren.

Frühling	49	34	41	45	42·25	6·02 Mm.
Sommer	43	60	49	54	51·50	10·71 „
Herbst .	37	26	50	45	39·50	7·68 „
Winter .	21	33	21	31	26·50	6·27 „
Jahr . .	150	153	161	175	159·75	7·99 „

β) nach meteorologischen Jahren.[1])

Winter .	29	18	29	28	26·00	5·85 „
Frühling .	49	34	41	45	42·25	6·02 „
Sommer .	43	60	49	54	51·50	10·71 „
Herbst .	37	26	50	45	39·50	7·68 „
Jahr . .	158	138	169	172	159·25	7·92 „

[1]) Der December 1872 hatte 9 Tage mit Niederschlägen, darunter 1 Tag mit Schnee.

c) Zahl der Schneetage.

α) **Monats- und Jahressummen.**

	1873.	1874.	1875.	1876.	Mittel.
Jänner . . .	7	4	—	11	5·50
Februar . . .	9	7	11	7	8·50
März	—	2	10	5	4·25
April	5	1	1	2	2·25
Mai	—	1	—	—	0·25
November . .	—	11	9	10	7·50
December . .	—	14	6	2	5·50
Jahr	21	40	37	37	33·75

β) **Nach aufeinander folgenden Jahreszeiten.**[1])

	1872/73	1873/74	1874/75	1875/76	Mittel
Herbst . . .	2	—	11	9	5·50
Winter . . .	17	11	25	24	19·25
Frühling . . .	5	4	11	7	6·75
Zusammen . .	24	15	47	40	31·50

V. Grösste tägliche Niederschläge.

a) Ueber 50 Millimeter.

Niederschläge über 50 Millimeter in 24 Stunden kamen in den vier Jahren achtmal vor, nämlich:

1873: am 6./7. April 51·8, am 31. Juli 51·10, am 29./30. Aug. 69·60 Mm.

1874: am 6. Juni 115·95 Mm.

1875: am 16. Juni 51·15, am 5. August 50·3, am 12. October 73·00 Mm.

1876: am 6. August 68·25 Mm.

Von diesen 8 Tagen kommen 1 auf den April, 2 auf den Juni, 1 auf den Juli, 3 auf den August und 1 auf den October.

b) Zwischen 25 und 50 Millimeter in 24 Stunden.

Tage mit Niederschlägen von 25 bis 50 Millimeter sind in den 4 Jahren 61 zu verzeichnen, welche sich auf die einzelnen Monate folgendermassen vertheilen:

[1]) Der Herbst 1872 hatte zwei Schneetage (im November).

	1873	1874	1875	1876	Zusammen
Jänner	—	—	—	—	—
Februar . . .	1	—	—	—	1
März	—	—	—	2	2
April	1	—	1	1	3
Mai	1	1	2	1	5
Juni	2	4	2	3	11
Juli	1	2	4	3	10
August	2	2	4	2	10
September . . .	5	—	1	2	8
October . . .	1	2	4	—	7
November . . .	1	—	—	—	1
December . . .	—	1	—	2	3
Jahr	15	12	18	16	61

Nach den Jahreszeiten entfallen in 4 Jahren auf den Winter 4, den Frühling 11, den Sommer 37, den Herbst 17 Tage mit Niederschlägen von mehr als 25 Mm.

VI. Grösste und geringste Monats-Summen.

a) Monatssummen über 100 Millimeter.

Monatssummen über 100 Mm. sind 23mal verzeichnet, nämlich: März 1876, April 1873, Mai, Juni, Juli, August in allen vier Jahren, September 1873 und 1876, October 1875, December 1874 und 1876.

Von diesen 23 Monaten entfallen nur 2 auf den Winter, 6 auf den Frühling, 12 auf den Sommer und 3 auf den Herbst.

Monatssummen zwischen 200 und 300 Mm. hatten Juni, August und October 1875, eine Monatssumme über 300 Mm. nur Juni 1874.

b) Monatssummen unter 50 Millimeter.

Monatssummen unter 50 Mm. sind 13mal verzeichnet, nämlich Jänner in allen vier Jahren, Februar 1874 und 1875, März 1873, 1874 und 1875, September 1874, November 1874, December 1873 und 1874.

Von diesen 13 Monaten gehören 8 dem Winter, 3 dem Frühling, 2 dem Herbste an. In den Monaten April, Mai, Juni, Juli, August und October war die Niederschlagshöhe nie unter 50 Mm.

Unter 25 Mm. fielen nur im Jänner 1873 und 1875, März 1874 und 1875 und December 1873.

Druckfehler:

Im Verzeichniss der unterstützenden Mitglieder (Pag. IX) ist Herr Richard Mayr, Apotheker in Gleisdorf, aus Versehen weggeblieben.

Pag. X soll es statt 250, 260, 270, richtig heissen 230, 240, 250.

S. 35 Z. 18 l. „internationale“ st. nationale.
„ 37 „ 2 und 3 l. „Erdmeridianumfang“ st. Erdmeridanumfang.
„ 40 „ 7 l. „Meridianbestimmung“ st. Meridianbesimmung.
„ 44 „ 6 v. u. l. „Gradlänge“ st. Grundlänge.
„ 45 „ 3 l. „Cotesqui“ st. Tarqui.
„ 45 „ 4 l. „Tarqui“ st. Cotesqui.
„ 46 „ 10 l. „kannte“ st. konnte.
„ 73 „ 16 v. u. l. Schmidt st. Schmid.
„ 80 „ 20 v. o. l. $\rho = ...$

Druckerei: Leykam-Josefsthal, Graz

3 2044 106 305 527